

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Мониторинг окружающей среды

Сборник материалов
II Международной научно-практической конференции

Брест, 25–27 сентября 2013 года

В двух частях

Часть 1

Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2013

УДК 502/504:547(07)

ББК 20.1

М77

*Рекомендовано редакционно-издательским советом учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»*

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук, профессор

М.А. Богдасаров

доктор биологических наук

В.Е. Гайдук

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук, доцент **И.В. Абрамова**

кандидат биологических наук, доцент **В.И. Бойко**

кандидат географических наук, доцент **О.И. Грядунова**

кандидат биологических наук, доцент **С.М. Ленивко**

кандидат географических наук, доцент **С.М. Токарчук**

М 77 Мониторинг окружающей среды : сб. материалов II международной науч.-практ. конф., Брест, 25–27 сентября 2013 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; редкол : И.В. Абрамова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2013. – 195 с.

ISBN 978-985-555-063-2 (ч. 1).

ISBN 978-985-555-062-5.

В сборник включены материалы, посвященные изучению современного состояния природных, рекреационных ресурсов, окружающей среды Беларуси, решению экологических проблем природопользования, охраны окружающей среды и сохранения биоразнообразия.

Издание адресовано специалистам в области экологии, научным работникам, преподавателям, аспирантам, магистрантам и студентам высших учебных заведений, учителям школ.

Ответственность за языковое оформление и содержание статей несут авторы.

УДК 502/504:547(07)

ББК 20.1

ISBN 978-985-555-063-2 (ч. 1).

ISBN 978-985-555-062-5.

© УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Мониторинг состояния недр и почв

- Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Колковский В.М., Аронов В.А.** Сейсмологические наблюдения в структуре геофизического мониторинга Беларуси
- Аронов В.А.** Обеспечение функционирования информационно-аналитического центра геофизического мониторинга в Беларуси
- Барщевская Н.Н.** Загрязнение поверхностных вод и почвогрунтов долины реки Ингул в зависимости от геоморфологических особенностей территории и климатических параметров
- Войтюк Ю.Ю.** Эколого-геохимический мониторинг почв города Мариуполя (Украина)
- Гречаник Н.Ф.** Прогноз динамики рельефа на территории Подляско-Брестской впадины
- Грибко А.В.** Дюны у д. Селяхи Брестского района – классический комплекс эолового рельефа Брестской низины
- Губин В.Н.** Космический мониторинг объектов горнодобывающего комплекса
- Демидов А.Л., Чубис Ю.П.** Влияние автомобильного транспорта на состояние почвенного покрова в условиях различной интенсивности движения
- Еловичева Я.К., Писарчук Н.М.** Палинологически изученные разрезы Муравинского межледниковья Беларуси
- Заруцкий С.А., Грибко А.В.** Рекреационные ресурсы культурно-ландшафтных микрорайонов Барановичского административного района Брестской области
- Козыренко М.И.** Тяжелые металлы в почвах и овощной продукции в зоне воздействия лакокрасочного производства
- Кучма Т.Л.** Мониторинг ландшафтного разнообразия по данным дистанционного зондирования Земли
- Лукашёв О.В., Жуковская Н.В., Лукашёва Н.Г., Творонович-Севрук Д.Л.** Геохимические ассоциации элементов в донных отложениях Осиповичского водохранилища
- Мешечко Е.Н.** Ландшафтный подход в системе мониторинга окружающей среды
- Мосько Т.В.** Радиационный мониторинг в Гомельской области
- Музыка Р.М.** Агротелиоративно-экологическая характеристика почвенного покрова поймы р. Иква на современном этапе его земледельческого использования
- Нечипоренко Л.А., Карабанов А.К., Матвеев А.В., Иваненко А.П., Гаврилов А.В.** О мониторинге радона в почвенном воздухе в районе Белорусской АЭС
- Порунов А.В.** Динамика техногенной нагрузки на почвенный покров от взрывных работ за период эксплуатации карьера

- Прищепа А.Н.** Мониторинг агросферы зоны влияния урбосистем
- Рудько Г.И., Нецький А.В., Бондарь М.А.** Система мониторинга и прогнозирования опасных экзогеодинамических процессов г. Киева и Среднего Приднепровья
- Рудько Г.И., Панибрацкая А.В.** Мониторинг и научное сопровождение недропользования – новое направление мониторинга природных ресурсов в Украине
- Рябова Л.Н.** Геохимическая контрастность почвенного покрова Брестской области
- Соколовская А.В.** Мониторинг экологического состояния урбанизированных территорий методами системного анализа космической информации дистанционного зондирования Земли
- Тарихазер С.А.** Глобальные и региональные риски устойчивого природопользования в азербайджанской части Большого Кавказа
- Хадыева В.С.** Место геофизического мониторинга в экологических исследованиях
- Чезлова О.Е., Волчек А.А.** Особенности микробиологического мониторинга почв земледельческих полей орошения СГЦ «Западный»
- Элланская Н.Э.** Биомониторинг как составная оценки качества почвы

Мониторинг состояния поверхностных и подземных вод

- Cieśliński R., Woźniak E., Jereczek-Korzeniewska K.** Wielkość stężeń i ładunków biogenów w zlewni Borucinki na tle struktury hydrograficznej (Polska Północna)
- Cieśliński R., Zieliński M.** Zmienność zasolenia wód Zatoki Elbląskiej
- Волчек А.А.** Прогнозные оценки изменения стока рек бассейна Западного Буга на территории Брестской области
- Волчек А.А., Бирук Е.Н.** Особенности температурного режима воды реки Лесная в период весеннего половодья 2013 года
- Волчек А.А., Бульская И.В.** Неорганические примеси в поверхностном стоке с урбанизированных территорий на примере г. Бреста
- Гаранович И.М., Рудевич М.Н., Снигирев Г.С.** Оптимизация окружающей среды хранилищ осадков сточных вод
- Грядунова О.И., Росиковец С.В.** Внутригодовое распределение расходов воды рек бассейна Западная Двина за 1980–2010 гг.
- Еречек-Коженевска К., Возняк Э., Дуда Ф.** Проблемы гидрологического мониторинга измененных верховых болот балтийского типа (Поморье)
- Есюкова Е.Е., Стонт Ж.И.** Результаты регулярного мониторинга побережья северо-восточной части Вислинского залива в 2011–2013 гг.
- Злобина Е.С.** Эколого-геохимические исследования питьевых артезианских вод бортовой части Днепровского артезианского бассейна .
- Зуб Л.Н., Томильцева А.И.** Система экологического мониторинга

- работы малых ГЭС в свете концепции сохранения биоразнообразия . . .
- Ивченко Д.В., Алехина О.В.** Морфометрия озер украинской части ТБР «Западное Полесье» за 24-летний период на основе данных космической съемки
- Капица Д.А.** Динамика показателей забора, использования и сброса вод предприятиями Гомеля
- Кирвель П.И., Zieliński A., Choiński A.** Результаты мониторинга и моделирования нарастания льда озёр в условиях изменяющегося климата
- Копылова О.М., Вознюк Н.М.** Оценка качества поверхностных вод реки Днепр
- Ленивко С.М., Матусевич Н.М.** Эффективность оценки экологического состояния водных объектов с использованием *Lemna Minor* L.
- Мартынюк В.А.** Мониторинг площадей озерно-болотных систем региона по материалам дистанционного зондирования Земли.
- Махамбетова Р.К.** Системы водоснабжения Мангистауской области
- Мельничок Л.С.** Батиметрические исследования озера Свитязь
- Ратникова О.Н.** Гидрологический мониторинг болота Ельня
- Сорока Л.В., Вознюк Н.Н.** Вынос загрязняющих веществ поверхностными водами реки Западный Буг за пределы Украины
- Токарчук О.В.** Мониторинг качества вод реки Западный Буг: особенности организации, направления оптимизации
- Токарчук О.В., Кот А.М.** Направления развития мониторинга качества поверхностных вод в бассейне реки Ясельда
- Токарчук О.В., Москаленко Е.В.** Особенности географии точечных источников загрязнения поверхностных вод в бассейне реки Птичь
- Токарчук С.М., Романюк С.С.** Представление современной гидрографической сети Ивановского района в электронном атласе
- Токарчук С.М., Трофимчук Е.В.** Уникальность ландшафтной структуры и охраняемые ландшафты бассейна реки Щара
- Томченко О.В., Луценко П.В.** Исследование динамики зарастания Киевского водохранилища с использованием ГИС/ДЗЗ-технологий
- Флерко Т.Г., Шершнев О.В.** Мониторинг состояния питьевых вод сельских населенных пунктов Лельчицкого района
- Хлост И., Зелиньски М.** Уровенный режим прибрежных озер Польши (на примере озер Гардно и Лэбское)
- Шелест Т.А.** Определение слоя стока дождевых паводков рек Беларуси при отсутствии данных наблюдений
- Щербак О.В., Кошляков А.Е.** Подходы к региональной оценке изменений качества питьевых подземных вод
- Яромский В.Н., Лицкевич А.Н., Чирук Л.И.** Мониторинг грунтовых вод из режимных наблюдательных скважин свиноводческого комплекса

Мониторинг состояния атмосферного воздуха и климата

- Бровка Ю.А.** Оценка экстремальности погодно-климатических условий на территории Беларуси за период с 1960 по 2011 г.
- Волчек А.А., Валувев В.Е., Мешик О.П., Шпока И.Н.** Сильные ветры на территории Беларуси
- Галай Е.И.** Выбросы загрязняющих веществ – объект локального мониторинга на РУП «МТЗ»
- Грядунова О.И., Харитоник Т.П.** Пространственно-временные изменения температуры воздуха на территории Брестской области
- Кирвель И.И., Кукшинов М.С., Силюк А.В.** Ландшафтная приуроченность рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с проявлением сильного ветра
- Кокош Ю.Г.** Анализ содержания формальдегида в атмосферном воздухе городов Беларуси
- Коляда В.В.** Об агроклиматическом мониторинге на территории Беларуси
- Королёва А.С., Королёва Е.А.** Динамика концентраций основных загрязнителей в воздухе города Гомеля
- Круковская О.Ю.** Анализ динамики содержания диоксида азота в атмосферном воздухе в Беларуси
- Людчик А.М., Покаташкин В.И.** Методика расчета климатической нормы и тренда приземного озона
- Микуцкий В.С.** Спектральный анализ климатических данных (температура, циркуляционные условия)
- Навроцкая С.Е., Стонт Ж.И.** Оценка результатов гидрометеорологического мониторинга у побережья Калининградской области в 1975–2010 гг.
- Покаташкин В.И., Демин В.С.** Мониторинг приземного озона с использованием оптического фильтрового трассового озонметра
- Чечко В.А., Топчая В.Ю.** Многолетняя динамика нерастворимых атмосферных аэрозольных частиц, поступающих с осадками в береговую зону юго-восточной Балтики

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕДР И ПОЧВ

УДК 550.348.436+550.34

**А.Г. АРОНОВ, Р.Р. СЕРОГЛАЗОВ, Т.И. АРОНОВА,
В.М. КОЛКОВСКИЙ, В.А. АРОНОВ**

Беларусь, г. Минск, Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси
E-mail: centr@cgm.org.by

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БЕЛАРУСИ

Введение. Одними из наиболее опасных природных явлений являются землетрясения. Помимо своего прямого разрушительного воздействия землетрясение может стать причиной экологической катастрофы на территориях, где расположены гидроэлектростанции, промышленные предприятия, производящие или перерабатывающие опасные химические вещества, особо опасные объекты АЭС и др. Сильное землетрясение – это достаточно продолжительный геодинамический процесс со стадиями подготовки, реализации события и последствий. Процесс подготовки и реализации сейсмического события охватывает не только отдельный участок литосферы, но и гидросферу (в основном подземную её часть), биосферу, атмосферу и даже ионосферу. Любое, а тем более крупное землетрясение, не может считаться точечным в пространственно-временной среде и изолированным событием и должно рассматриваться как длительный процесс: нарушение и последующее восстановление упругих деформаций в ходе долговременных процессов в обширных объемах природной среды. Именно в таком аспекте следует рассматривать сейсмические явления с экологической точки зрения. За последние десятилетие экономические потери от землетрясений возросли на порядок и достигают сотен миллиардов долларов за десятилетие. Геофизический мониторинг как составная часть Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь осуществляется в целях контроля за сейсмичностью, геофизическими и геодинамическими процессами, а также выявления повышенной тектонической активности в местах расположения экологически опасных хозяйственных объектов.

Сейсмические наблюдения. Инструментальные наблюдения в Беларуси начались в 1965 г., после строительства первой геофизической обсерватории в Плещеницах. Развитие сети наблюдений на территории Беларуси связано в основном с созданием Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь и Системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Современная сеть наблюдений состоит из 6 сейсмических станций Минск, Нарочь, Полоцк, Могилев, Литвяны, Солигорск и обеспечивает мониторинг сейсмичности как на территории Беларуси, так и за её пределами. Система непрерывных круглосуточных наблюдений за происходящими сейсмическими событиями естественного и искусственного

происхождения обеспечивает их регистрацию в широком диапазоне энергий и расстояний.

Сейсмические события, зарегистрированные сетью аналоговых и цифровых сейсмических станций, расположенных на территории Беларуси, и их последующая обработка осуществляется с помощью современных стандартных компьютерных программ – WSG (система обработки сейсмических данных), разработанной в Геофизической службе РАН, и пакета компьютерных программ, разработанных в Центре геофизического мониторинга НАНБ (IdSeism – идентификация сейсмических явлений, UniViewer – визуальное отображение сейсмических данных, EmulEq – решение прямой задачи распространения сейсмических волн). В процессе исследования с помощью указанных программ производилось выделение телсейсмических, региональных и местных (локальных) событий. На базе статистического пространственно-временного распределения и спектрально-корреляционного анализа сейсмических волновых процессов осуществлялась интерпретация событий, определение времени развития события в очаге, координат эпицентра, глубины очага и его энергетический потенциал. Проводилась обработка полученной сейсмической информации, получены уникальные инструментальные записи сильных землетрясений Земли. Системно создавались базы данных, являющиеся основой для оценки сейсмичности и сейсмического режима.

В период 1966–2012 гг. сейсмическими станциями Беларуси зарегистрировано и обработано 47 942 землетрясения из числа произошедших на земном шаре. Из них с магнитудой $M = 6,0$ произошло 6 027 землетрясений, с $M = 7,0$ – 676 событий, самых сильных с $M \geq 8,0$ произошло 34 катастрофических землетрясения. В основном такие землетрясения приурочены к областям высокой современной тектонической активности и связаны с конвергентными или дивергентными границами литосферных плит, где происходит либо сжатие, поглощение океанской коры в зонах субдукции, либо растяжение континентальной коры. В этих регионах непрерывно накапливаются тектонические напряжения, которые периодически разряжаются в виде землетрясений. Наибольшая активность в исследуемый период наблюдалась в Тихоокеанском, Трансазиатском, Атлантическом и Индийском сейсмическом поясе. Начало XXI в. ознаменовалось в мире целым рядом природных геодинамических событий глобального масштаба, некоторые имели катастрофические геозкологические последствия и человеческие жертвы (26 января 2001 г. в Индии произошло землетрясение с $M = 7,8$; погибло 20 000 человек; 26 декабря 2003 г. в Иране с $M = 6,3$; 35 000 чел.; 26 декабря 2004 г. в Индонезии с $M = 9,1$; 230 000 чел.; 8 октября 2005 г. в Пакистане с $M = 7,6$; 84 000 чел.; 12 мая 2008 г. в Китае с $M = 7,8$; 69 000 чел.; 12 января 2010 г. на Гаити с $M = 7,0$; 232 000 чел.; 11 марта 2011 г. в Японии с $M = 8,9$; 23 000 чел.).

За период наблюдений на территории Европы и в смежных областях зарегистрировано 8 862 землетрясения, из них с магнитудой $M = 5,0$ произошло 1 244 события, с $M = 6,0$ –8,1, с $M \geq 7,0$ –5. За прошедшие 12 лет на территории Европы и в смежных областях произошло 7 155 землетрясений, из них 79 с магнитудой $M \geq 5,6$. Землетрясения с небольшой магнитудой менее 4,6 происходят

во всех странах Европы, отдельные события ощутимы, но не имеют разрушительного эффекта на поверхности. Самые разрушительные землетрясения произошли: 2002 г. в Турции с $M = 6,2$, в Италии с $M = 5,4$; 2003 г. в Восточной Турции с $M = 6,3$; 2004 г. вблизи Калининграда, Россия с $M = 5,3$; 2008 г. в Англии с $M = 5,2$; в Греции с $M = 6,3$; в Чечне, Россия с $M = 5,6$; 2009 г. в Италии с $M = 6,4$; 2010 г. в Турции с $M = 6,0$; 2011 г. в Испании с $M = 4,9$, в Турции с $M = 5,8$ и с $M = 7,4$; 2012 г. в Азербайджане с $M = 5,8$, в Италии с $M = 6,1$, в Болгарии с $M = 5,7$, в Италии с $M = 6,0$. Таким образом, глобальная составляющая сеймотектонической активности в этом регионе определяется близостью к мощному Азорско-Средиземноморско-Альпийско-Трансазийскому сейсмогенному поясу, образовавшемуся вследствие столкновения крупных Африканской, Индийской и Евразийской тектонических плит.

Сейсмичность территории Беларуси в последние годы детально исследована. За период 1887–2012 гг. произошло более 1200 землетрясений с магнитудой $M \leq 4,5$. Всего на территории Беларуси произошло девять землетрясений, которые имели ощутимый характер. Исторические землетрясения произошли: 1887 г. (г. Борисов, магнитуда $M = 3,7$), 1893 г. (г. Могилёв, $M = 3,5$), 1896 г. (г. Могилёв, $M = 4,0$), 1908 г. (п. Гудогай, $M = 4,5$). Инструментально зарегистрированные землетрясения произошли в зоне сочленения северо-западной части Припятского прогиба и Белорусской антеклизы: 1978 г. (д. Кулаки, $M = 3,0$), 1983 г. (н.п. Повстынь, $M = 2,8$), 1985 г. (г. Глуск, $M = 3,1$), 1998 г. (п. Погост, $M = 1,9$ и $M = 0,8$).

Заключение. Постоянная система мониторинга сейсмических процессов является наиболее эффективным подходом к оценке степени напряженно-деформированного состояния среды и геодинамической активизации крупных регионов, выполняемым в реальном времени. Проведенные исследования позволили оценить уровень возможных сейсмических воздействий для территории Беларуси и сопредельных регионов. Территория Беларуси подвержена сейсмическим воздействиям местных и региональных землетрясений невысокого магнитудного уровня $M \leq 5,5$.

УДК 550.348.436+550.34

В.А. АРОНОВ

Беларусь, г. Минск, Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси

E-mail: vladislav@cgm.org.by

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В БЕЛАРУСИ

Введение. Обеспечение непрерывного функционирования Информационно-аналитического центра геофизического мониторинга (ИАЦ ГМ) определено в соответствии с национальными нормативными документами [1–5]. Основными задачами ИАЦ ГМ являются: управление и информационно-техническое обеспечение процессами сбора, хранения, обработки, обобщения и анализа данных геофизического мониторинга; обеспечение в согласованные сроки соответствующих заинтересованных организаций оперативной информацией о сильных сейсмических событиях, происшедших на территории Республики Беларусь и в сопредельных регионах, информацией о текущем состоянии возмущенности геомагнитного поля, включая информацию о магнитных бурях, и данными о зонах интенсивных вариаций гравитационного и магнитных полей.

Геофизический мониторинг. Геофизический мониторинг как составная часть Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, осуществляется в целях контроля за сейсмичностью, геофизическими и геодинамическими процессами, а также выявления повышенной тектонической активности в местах расположения экологически опасных хозяйственных объектов. Сеть геофизического мониторинга в Беларуси имеет три уровня: глобальный, региональный и локальный. Глобальный и региональные уровни мониторинга обеспечивают геофизические обсерватории «Плещеницы» и «Нарочь»; региональный и локальный – сейсмические станции «Солигорск», «Полоцк», «Могилев» и «Литвяны».

Сейсмологический мониторинг представляет собой систему непрерывных круглосуточных наблюдений за происходящими сейсмическими событиями естественного и искусственного происхождения в широком диапазоне энергий и расстояний, систематизацию данных, анализ полученных результатов и оценку сейсмической обстановки. Геомагнитный мониторинг представляет непрерывные стационарные круглосуточные наблюдения за текущим состоянием геомагнитного поля Земли.

Систематизация и хранение данных геофизического мониторинга. Сейсмологические данные систематизированы по следующим форматам:

- цифровые записи землетрясений сейсмических станций Беларуси;
- сейсмологический бюллетень сети сейсмических станций Беларуси;
- каталог землетрясений территории Беларуси;
- каталог землетрясений Европы с магнитудой $M \geq 3,0$;

- каталог землетрясений Земли с магнитудой $M \geq 6,0$;
- карты эпицентров землетрясений территории Беларуси;
- карты эпицентров землетрясений Европы;
- карты эпицентров землетрясений Земли;
- обзоры данных сейсмического мониторинга.

Систематизация геомагнитных данных осуществляется по следующим форматам:

- среднечасовые, среднесуточные и среднемесячные значения D, H, Z, T элементов геомагнитного поля Земли;
- трехчасовые значения K-индексов и их суммарные значения за сутки;
- магнитные бури Земли;
- вековой ход элементов D, H, Z, T геомагнитного поля Земли;
- обзоры данных геомагнитного мониторинга.

Для организации накопления и хранения информации создана База данных «БД SeisDB» в формате СУБД Microsoft Access, которая позволила упорядочить данные геофизического мониторинга, унифицировать их по формату хранения и подготовить для дальнейшего использования.

Подготовка и передача обобщенной информации. На республиканском уровне ИАЦ ГМ оперативно взаимодействует и предоставляет обобщенную и аналитическую информацию о результатах наблюдений в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды), Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации). Предоставляемая информация включает следующие сведения:

- экстренная информация о сейсмических событиях на территории Республики Беларусь и прилегающих районах с магнитудой $M \geq 3,0$;
- еженедельный обзор сейсмичности Евразии с $M \geq 3,0$ (ближняя зона) и $M \geq 4,0$ (дальняя зона).
- еженедельный обзор сейсмичности Земли с $M \geq 6,0$.
- ежегодный сводный каталог и карта сейсмической обстановки территории Беларуси и прилегающих районов.

В международной практике ИАЦ ГМ обеспечивает передачу информации в Геофизическую службу Российской академии наук (GS RAS, г. Обнинск), Международный сейсмологический центр (ISC, Великобритания) и Европейско-средиземноморский сейсмологический центр (EMSC, Франция), Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН (ИЗМИРАН РАН, г. Троицк).

Заключение. Результаты работ, выполняемых в ИАЦ ГМ, обеспечивают эффективное функционирование современной системы геофизического мониторинга в Республике Беларусь для оперативного контроля за сейсмической и геомагнитной обстановкой, передачу информации с принятием соответствующих управленческих решений. Постоянная система геофизического мониторинга, интегрированная на региональном и мировом уровнях, с одной стороны, способст-

вует обеспечению промышленной и экологической безопасности и снятию психологической нагрузки у населения, возникающей, в основном, из-за отсутствия достоверной информации, а с другой стороны, обеспечивает прямую и обратную научно-информационную связь высокотехнологического производства и фундаментальной науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь геофизического мониторинга и использования его данных // Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 14.04.2004, № 412. – Минск, 2004. – 4 с.
2. Положение об Информационно-аналитическом центре геофизического мониторинга Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь // Постановление Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 07.07.2004, № 390. – Минск, 2004. – 3 с.
3. Инструкция о порядке проведения геофизического мониторинга // Постановление Президиума Национальной академии наук Беларуси от 15.12.2006, № 85. – Минск, 2006. – 17 с.
4. Инструкция о порядке представления информации, необходимой для функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14.04.2008, № 30. – Минск, 2008. – 9 с.
5. О порядке функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в НАН Беларуси // Приказ Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси от 19.10.2010, № 115. – Минск, 2010. – 10 с.

УДК 556.12.166+574:551.435.13

Н.Н. БАРЩЕВСКАЯ

Украина, г. Киев, НЦ ЭБМ НАН Украины

E-mail: natageo@ukr.net

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ПОЧВОГРУНТОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ИНГУЛ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Загрязнение поверхностных вод и почвогрунтов территории юга Украины рассматривается нами на примере долины р. Ингул. Река Ингул – левый приток р. Южный Буг, берет начало в Кировоградской области (с. Родниковка) из небольшого озера на высоте 153 м над уровнем моря и впадает в Южный Буг в районе г. Николаева на высоте 0,2 м над уровнем моря. Длина реки составляет 354 км, средний уклон – 0,41 м/км, площадь бассейна – 9890 км². По своим гид-

рологическим характеристикам р. Ингул можно разделить на три части: верхнюю – до г. Кировограда, среднюю – до с. Розановка, с крайними южными выходами кристаллических пород, и нижнюю – до места впадения в Южный Буг.

Долина р. Ингул на кристаллическом щите характеризуется глубоким врезом в породы кристаллического фундамента. Для реки отмечается большое количество врезанных или свободных меандр. В нижнем течении, в пределах Причерноморской моноклинали, река также меандрирует, однако характеризуется меньшим врезом и меньшей глубиной долины, чем на щите. Сток Ингула регулирован множеством (167) прудов и водохранилищ: Кировоградское, Докучаевское, Ингульское, Софиевское и т.д. На некоторых участках нижнего течения в связи с мелиорацией русло реки канализировано.

В результате интенсивной распашки (в начале 90-х годов было освоено 90 % земельных ресурсов региона) на исследуемой территории имело место значительное загрязнение ядохимикатами и органическими удобрениями почв сельскохозяйственных угодий, что повлияло на гидрохимический состав водотоков и общее загрязнение территории. Полученные нами гидрохимические данные в некоторой мере отображают связь загрязнения с климатическими условиями в разные годы. В условиях повсеместного распаивания территории и уничтожения природных и водоохраных участков внесенные на поля удобрения и ядохимикаты в дождливые годы усиленно вымывались прямо в реку. Например, в период влажного 1993 г., по сравнению с сухим 1991 г., содержание аммонийного азота в отложениях аллювия, на станции наблюдения возле с. Софиевка уменьшилось на 10,4 %, но в отложениях нижней части поймы (возле с. Новогорожено) прослеживается его увеличение на 10,1 %, а возле с. Вознесенского – на 42,8 %. Повсеместно отмечается увеличение (в 2–5 раз) нитратного и нитритного азота. Особенно впечатляют полученные данные о выносе фосфора: увеличение его содержания в период «влажного» 1993 г. составляло возле с. Софиевка 164,1 % от среднего, с. Новогорожено 500 % от среднего, с. Вознесенского 944 % от среднего. В то же время, особенно в нижней части реки, прослеживается эффект промывания поймы, и на станциях наблюдения возле с. Воскресенского общая минерализация воды была в два раза меньше, чем в сухой 1991 г.

Исследования лаборатории биогеографии Института зоологии НАН Украины, которые отражают современное состояние донной фауны р. Ингул совместно с нашими гидрохимическими, гидрологическими и геоморфологическими данными, дают возможность выполнить сравнительную оценку эколого-геоморфологического и эколого-биогеографического состояния долины р. Ингул. Результаты полевых исследований и лабораторной обработки материалов показали что тренд к увеличению загрязнения, который был прослежен в период 1970–1975 гг., продолжался и на протяжении десяти лет наших наблюдений (1991–2001 гг.), и только после 2005 г. наметилось некоторое незначительное улучшение гидрохимических показателей воды р. Ингул., в связи со значительным уменьшением внесения химических удобрений в почвы. Анализ этих показателей, проиллюстрированных в таблице, показывает, что содержание кислорода стало меньшим, биологическое его потребление водоемом возросло в полтора-

два раза, перманганатная окисляемость возросла больше чем в три раза. Цветность воды снизилась, что в этом случае является негативным показателем, поскольку её величина определялась наличием заболоченности в пойме реки. Сейчас пойма в основном осушена, и соответственно снизилась цветность воды. Выросло загрязнение азотом и особенно сильно (больше чем в 4 раза) – фосфором. Это свидетельствует, с одной стороны, о перенасыщении сельскохозяйственных полей удобрениями, а с другой – об уничтожении барьеров, которые перехватывали поступление органики и биогенов с полей в реку. Изменилась и общая сапробность р. Ингул. Если в начале 70-х годов река была β-мезасапробная, т.е. вода её была пригодна для питья после кипячения, то сейчас эта вода для питья абсолютно не пригодна или требует специального дорогостоящего предварительного очищения.

Сопоставление данных по загрязнению почв и поверхностных вод в долине р. Ингул с элементами рельефа показывает, что наиболее загрязненными являются плоские наклоненные к руслу участки поймы, а также низкие надпойменные террасы, сверху покрытые лессовидными суглинками, и долины мелких рек и днища балок, впадающих в р. Ингул. Менее загрязнены склоны различного морфологического типа и более высокие террасы (начиная с III-й надпойменной).

Таблица 1 – Гидрохимические показатели воды р. Ингул

Ингредиенты	1970–1975 гг.	1991–2001 гг.	2005–2010 гг.
O ₂ мг/л	11,13	8,40	8,75
O ₂ % насыщения	123,27	91,00	95,25
pH	8,32	8,40	8,37
Цветность °	47,37	20,25	22,00
БПК ₅ мгO ₂ /л	3,40	5,58	4,35
ПО мгO ₂ /л	9,06	31,10	29,00
NH ₄ мг/л	0,90	1,35	1,22
NO ₃ мг/л	0,27	0,59	0,48
NO ₂ мг/л	0,03	0,11	0,76
PO ₄ мг/л	0,11	0,49	0,45
Fe _{общ.} мг/л	0,20	0,22	0,22
Si мг/л	0,25	0,27	0,26
Ca мг/л	100,37	245,00	229,50
Mg мг/л	73,45	142,90	143,00
Na+K мг/л	227,70	303,30	265,40
HCO ₃ мг/л	347,70	246,80	250,80
SO ₄ мг/л	511,70	828,00	765,20
Cl мг/л	256,80	111,30	110,60
Сума ионов мг/л	1517,72	1877,30	1764,50

УДК 550.4

Ю.Ю. ВОЙТЮК

Украина, г. Киев, ИГМР имени Н.П. Семененко

E-mail: yuliasun86@mail.ru

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ ГОРОДА МАРИУПОЛЯ (УКРАИНА)

После разработки в европейских странах в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века концепции мониторинга почвенного покрова проведено несколько этапов исследований. При этом работы в разных странах проводились с использованием различных подходов и методов. Наиболее популярные показатели (индикаторы) экологического техногенно загрязненных почв: общий углерод, тяжелые металлы, нитраты, рН, гранулометрический состав, емкость катионного обмена и т.д. Мониторинговые исследования почв в европейских странах ведутся по значительному числу показателей и насчитывают большое количество точек наблюдений. В Баварии оборудовано 238 постоянных участков наблюдений (полигонов). В Австрии была предложена модель для прогнозирования подвижности металлов в почвах и загрязнения грунтовых вод. Система почвенного мониторинга в Венгрии действует с 1992 г. Она включает 1200 репрезентативных постоянных площадок наблюдений и определение почти 100 показателей состояния почв, растительности и вод [1].

Необходимо подчеркнуть, что концептуальные основы мониторинга почвенного покрова в СССР были предложены давно [2; 3], но широкого развития это направление не получило. Более того, несмотря на констатацию ухудшения состояния почвенного покрова, мониторинг так и не был налажен [1].

Город Мариуполь занимает одно из первых мест в Украине по объемам выбросов промышленными предприятиями вредных веществ, а по рейтингу Госкомстата занимает второе место после Кривого Рога по напряженности экологической обстановки. В городе работает два крупнейших металлургических комбината – Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича и «Азовсталь». Автором в 2011–2012 гг. отобраны пробы в городе Мариуполь из поверхностного почвенного горизонта (0–5 см) методом конверта. Отбор проб выполнен по сетке с интервалом 1–3 км [4]. Отбор проб почв проведен в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84 [5]. Для определения концентраций химических элементов в почвах использованы полуколичественный спектральный и атомно-адсорбционный анализы. Формы нахождения тяжелых металлов в почвах изучались методом последовательного экстрагирования [6]. Микромицеты выделены методом посева почвенной суспензии на питательные среды.

Что касается мониторинговых исследований почв города Мариуполя, то в ежегодниках Государственной геофизической обсерватории приведены данные о содержании 6 химических элементов и значения рН по 20 точкам постоянного наблюдения. Нами было проведено сравнение авторских данных за 2011–

2012 гг. с результатами мониторинга почв за 1992–2010 гг. Государственной геофизической обсерватории. Установлено, что с 1992 г. по 2012 г. валовое содержание Mn находится в диапазоне 662–3306 мг/кг при среднем значении – 1889 мг/кг, Cu – 32–175 мг/кг и 72 мг/кг, Ni – 20–89 мг/кг и 37 мг/кг, Pb – 43–259 мг/кг и 98 мг/кг, Zn – 68–608 мг/кг и 290 мг/кг, pH – 6,6–8,2 и 7,5.

Формы нахождения тяжелых металлов в почвах – важнейший показатель эколого-геохимического мониторинга. Автором было установлено, что наименьшее количество тяжелых металлов содержится в водорастворимой форме (0,1–1 % от общего количества элементов). Следует отметить, что несмотря на очень высокий уровень загрязнения почв, содержание тяжелых металлов в водной вытяжке остается достаточно низким и превышает предельно допустимые концентрации только в наиболее загрязненных почвах. Для исследованных почв содержание тяжелых металлов в обменной форме составляет 8–10 %. Для почв фоновых участков этот показатель составляет 1–2,3 %. Количество тяжелых металлов, соединенных с карбонатами в техногенно загрязненных почвах, – 11–19 %. Значительная часть металлов связана с оксидами железа. Доля соединений в этой форме составляет 38–44 % от валового содержания тяжелых металлов. В почвах, подверженных влиянию предприятий черной металлургии, увеличивается содержание тяжелых металлов в форме соединений, связанных с органическим веществом, от 2,3–3 % до 10–14 %. В почвах фоновых участков большая часть тяжелых металлов прочно удерживается в труднорастворимой форме 87–95 % от валового содержания, для загрязненных почв эта величина в 3–4 раза меньше. Полученные данные свидетельствуют о повышенной миграционной способности тяжелых металлов в техногенно загрязненных почвах по сравнению с фоновыми участками.

Вследствие техногенного поступления тяжелых металлов в почвы происходит резкое влияние на природные биологические комплексы, в том числе на сообщества микроскопических грибов. Исследования почвенных микроорганизмов входят в систему мониторинга Австрии, Германии, Франции и Швеции [1].

В ходе исследования почв вблизи предприятий черной металлургии города Мариуполя выделено и идентифицировано 61 штамм, 27 видов, 15 родов микроскопических грибов. Доминирующими видами для почв, отобранных возле комбината «Азовсталь», были *Mucor plumbeus*, *Aspergillus fumigatus* и *Aspergillus flavus* (не характерные для фоновых участков). Последние два вида грибов относятся к III группе патогенности, способные продуцировать микотоксины и вызывать различные заболевания человека и животных. В почвах, отобранных возле Мариупольского металлургического комбината имени Ильича, преобладают следующие виды: *Rhizopus stolonifer* и *Aspergillus niger*. Важным фактором является то, что *Aspergillus niger* – это меланинсодержащий грибок, резистентный к загрязнению. Часто встречались *Aspergillus flavus* и *Aspergillus fumigatus*. Таким образом, роль индикатора загрязнения почв тяжелыми металлами может играть определенный набор видов микроорганизмов в исследуемой почве.

Система мониторинга почв в Украине требует реорганизации. Необходимо перенимать опыт Европейских стран, дополнить систему эколого-геохимических исследований показателями, которые рассмотрены в данной работе – формами нахождения тяжелых металлов, микробиологическими показателями и другими, не менее важными, которые входят в систему мониторинга развитых стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев, В.В. Анализ опыта Европейских стран в поведении мониторинга почвенного покрова / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова // Почвоведение. – М., 2012. – № 1. – С. 106–114.
2. Добровольский, Г.В. Принципы и задачи почвенного мониторинга / Г.В. Добровольский, Д.С. Орлов, Л.А. Гришина // Почвоведение. – М., 1983. – № 11. – С. 8–16.
3. Герасимов, И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды / И.П. Герасимов // Изд. АН СССР. Сер. Географ., 1975. – № 3. – С. 13–25.
4. Андросова, Н.К. Геолого-экологические исследования и картографирование (Геоэкологическое картирование) : учебное пособие / Н.К. Андросова – М. : Изд-во Рос. Ун-та дружбы народов, 2000. – 98 с.
5. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02–84. [действующий от 1986–01–01]. – М. : Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
6. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / А.И. Самчук [и др.]. // Минералогический журнал. – Киев, 1998. – № 2. – С. 48–59.

УДК 551.43(476–14)

Н.Ф. ГРЕЧАНИК

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
E-mail: bogdasarov73@mail.ru

ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ РЕЛЬЕФА НА ТЕРРИТОРИИ ПОДЛЯССКО-БРЕСТСКОЙ ВПАДИНЫ

Прогнозные геоморфологические исследования являются относительно молодыми в комплексе направлений в исследовании рельефа. В настоящее время прогнозирование является актуальным в связи с ростом экологических проблем, рациональным использованием земельных, минеральных, рекреационных и других видов ресурсов. Освоение этих ресурсов сопряжено с изменением подстилающей поверхности, что в конечном итоге сказывается на отдельных формах рельефа, так и в целом на его состоянии.

Логическая цепь прогнозных построений состоит из отдельных последовательных звеньев: прошлое в рельефе территории – современное состояние рельефа – будущее рельефа. Прогнозирование развития рельефа территории включает

определение тенденций и перспектив развития настоящих рельефообразующих процессов на основе анализа данных об их прошлом и современном состоянии. Геоморфологический прогноз есть суждение о будущем современного рельефа и будущем развитии рельефообразующих процессов. Относительно критерия времени данный прогноз, основанный на изученных ранее сведениях истории его развития и особенностей протекания современных экзогенных процессов, является долговременным и рассчитан на 25–30 лет. Относительно своей природы этот прогноз является геолого-геоморфологическим, т. к. базируется на характере проявления в основном экзогенных рельефообразующих процессов и в меньшей степени эндогенно проявляющихся факторов в устройстве поверхности этой территории. Проявление факторов эндогенного характера выражается в вертикальных и горизонтальных движениях земной коры. В настоящее время территория испытывает преимущественно нисходящие движения со скоростями от 1 до 2 мм/год. Проявление нисходящих движений до 2 мм/год характерно для южной части впадины примыкающей к Луковско-Ратновскому горсту по линии Северо-Ратновского разлома и западной части по линии простираения Прибугского и Высоковского разломов. Нисходящие движения скоростью 1 мм/год охватывают северо-западную, центральную и частично восточную часть впадины. Общий фон размеров значений вертикальных движений нарушается сетью небольших линейных участков, приуроченных к Дивинскому, Кустинскому, Тришинскому, Каменецкому разломам. На этих участках интенсивность опусканий составляет до 4 мм/год. Проявление эндогенных факторов на территории впадины обуславливает активизацию экзогенных процессов. На участках поднятий и опусканий изменяется ход эрозионных процессов. В пределах впадины такие проявления отмечены в долинах рек Западный Буг, Мухавец и Пульва. Горизонтальные смещения блоков земной коры приводят к смещениям русел рек и, следовательно, влияют на ход эрозионных процессов. Такие смещения установлены в долине р. Рыты в районе Малориты. Взаимодействие различных проявлений эндогенных и экзогенных факторов рельефообразования сохранит свою направленность на территории впадины в будущем, что в конечном итоге отразится на облике земной поверхности.

Геоморфологический прогноз по особенностям проявления экзогенных процессов составлен на основе мониторинга по результатам проявления экзогенных процессов, полученных на 72 базовых ключевых участках, находящихся на территории впадины на разных гипсометрических уровнях. В результате наблюдений и изучения результатов проявления экзогенных процессов на территории ключевых участков получен временной ряд за 15, а по некоторым из них за 30 лет. Среди современных экзогенных процессов, проявляющихся на территории впадины и способствующих перемещению определенного объема материала и формированию новых форм, доминирующей является деятельность дождевых, талых и текучих постоянных вод. Она включает плоскостной смыв, склоновую аккумуляцию, линейную эрозию и аккумуляцию временных и постоянных водотоков. Флювиальный фактор способствует перемещению материала на склоновых поверхностях в пределах Порзовской возвышенности, Каменецкой, Высоковской, Шерешевской, Пружанской и Право-Мухавецкой равнин. Ежегодный смыв рыхлого материала на

склоновых поверхностях возвышенности и равнин составляет от 9,3 до 17,4 т/га. Ежегодный пластовый сток в пределах этих территорий колеблется от 0,3 до 0,6 мм/год. В конечном итоге это приводит к снижению абсолютных отметок вершинных поверхностей самого высокого гипсометрического уровня от 7 до 15 см в течение 15 лет. При сохранении такого тренда возможно предположить, что за будущие 30 лет произойдет еще большее выравнивание вершинных водораздельных поверхностей. Смываемый материал будет накапливаться в пределах склоновых понижений и в основании склонов. Определенная часть материала будет отложена в долинах рек и ручьев. В конечном итоге это отразится на сглаживании относительных отметок между вершинными поверхностями и их основаниями.

Дефляционным процессам подвержены почти все сельскохозяйственные земли исследуемой территории. Тенденция использования территории впадины в сельскохозяйственном освоении сохранится и в дальнейшем, а это значит, что эта территория будет подвергаться воздействию эоловых процессов, что в конечном итоге приведет к снижению вершинных поверхностей.

В долинах рек продолжит развитие боковая эрозия. Особенно активно она будет развиваться в правосторонней береговой части рек широтной и субширотной направленности. Эрозионные процессы постоянных водотоков меридионального направления будут проявляться менее интенсивно.

Суффозионно-карстовые, абразионные и гравитационные процессы в будущие десятилетия сохранят свою направленность, но, как и в настоящее время, не приведут к существенному изменению рельефа на территории впадины.

В настоящее время поверхность впадины испытывает интенсивное техногенное воздействие. В ближайшие десятилетия эта тенденция сохранится, что приведет к возникновению новых техногенных форм рельефа и исчезновению естественных природных форм. Особенно интенсивно это проявится в окрестностях гг. Бреста, Кобрина, Жабинки, Каменца, Пружаны. На территории впадины площадь техногенных форм рельефа составляет 432 тыс. га. Положительные формы сосредоточены на площади в 252 тыс. га. Среди них доминируют формы, которые возникли при строительстве транспортных путей.

Протяженность мелиоративной сети на территории впадины составляет 13,5 тыс. км, что более чем в 10 раз превышает суммарную длину современных рек и ручьев. Максимальные площади мелиоративных систем находятся в северной и южной части впадины. Мелиоративная сеть уже сейчас нуждается в реанимационных работах. Такие работы будут проводиться поэтапно, и это отразится на устройстве поверхности территории. На территории впадины сооружены искусственные водоемы площадью в 32,4 тыс. га. В будущем они также будут реконструироваться, что отразится на характере рельефа.

Таким образом, логическим основанием для составления прогноза изменения рельефа в пределах впадины явилось восстановление истории развития рельефа на различных этапах четвертичного времени, сравнение его с современностью и устремлением в его будущее на ближайшие десятилетия.

Разновысотные гипсометрические уровни современной земной поверхности в пределах территории Подляско-Брестской впадины в настоящее время ис-

пытаются воздействовать экзогенных и в определенной степени эндогенных геолого-геоморфологических процессов. Эта тенденция сохранится и в ближайшие десятилетия.

Среди современных экзогенных процессов, проявляющихся на территории впадины и способствующих перемещению определенного объема материала и формированию новых форм, доминирующей является деятельность временных и постоянных водотоков. Она способствует плоскостному смыву, склоновой аккумуляции и изменению устройства долин. В будущих десятилетиях это отразится на изменении абсолютных и относительных высот на территории впадины. Определенную роль на развитие рельефа в прогнозируемый период времени будут оказывать эоловые процессы. Меньшее влияние на современную экзогенную динамику рельефа оказывают проявления суффозионного, карстового, абразионного, гравитационного факторов. Эта тенденция сохранится и в ближайшие десятилетия, но без существенного изменения рельефа.

Значительная трансформация естественного рельефа на территории впадины происходит в результате хозяйственной деятельности человека и в ближайшие десятилетия она сохранит свою направленность, что в конечном итоге скажется на устройстве поверхности территории.

УДК 26.823(4Бел7,34)

А.В. ГРИБКО

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

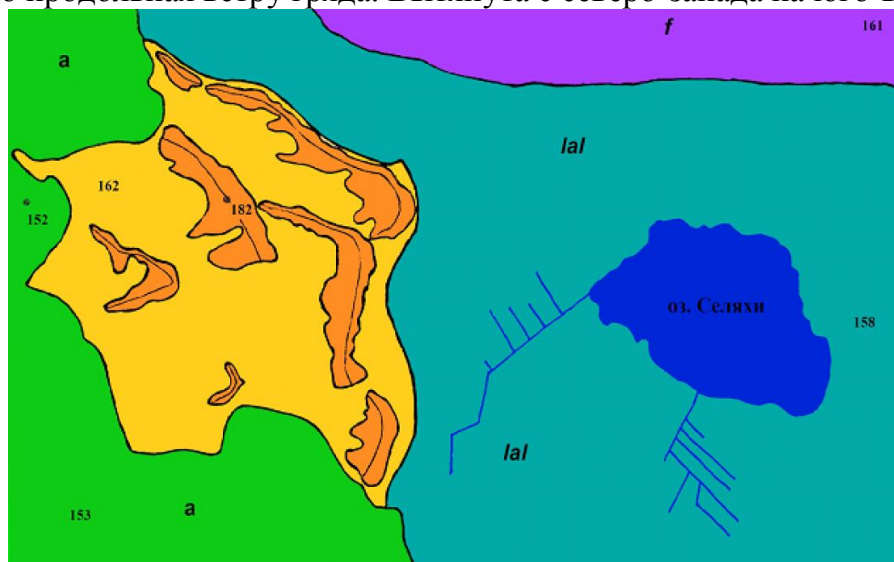
E-mail: gribko@tut.by

ДЮНЫ У Д. СЕЛЯХИ БРЕСТСКОГО РАЙОНА – КЛАССИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ЭОЛОВОГО РЕЛЬЕФА БРЕСТСКОЙ НИЗИНЫ

На территории Брестского Полесья наблюдается четкая приуроченность эолового рельефа к долинам рек и их бортам. Наиболее ярко выраженные эоловые формы рельефа расположены в пределах либо на восточном борту долины Западного Буга и его притоков (Спановка, Копаёвка). Здесь эоловый рельеф распространен западнее Прилук, у Медно, юго-восточнее Збунина, севернее и южнее Дубицы, у д. Леплёвка, южнее Домачево, в районе Харс, Приборова, Селяхов, Комаровки, Томашовки, Орхово.

Классическим комплексом форм эолового рельефа является массив у д. Селяхи Брестского района (рисунок 1). Эоловый рельеф описываемого участка хорошо сохранился, резко контрастирует с прилегающими долиной Западного Буга, водно-ледниковыми и озерно-аллювиальными равнинами. Данные эоловые формы являются высшей точкой рельефа юго-западной части Брестского Полесья, достигая максимальной высоты 182,6. Абсолютная высота эоловых гряд изменяется в пределах 155–182 м, высота относительно прилегающих равнин и долин рек – от 8–10 до 15–18 м, иногда достигая 25–30 м.

Северная дюна представляет собой резко ассиметричную продольную эоловую грядку. Общая длина по гребню – 1450 м, из них 250 – лобовая часть, 1200 – собственно продольная ветру гряда. Вытянута с северо-запада на юго-восток.



Условные знаки

	флювиогляциальный рельеф		аллювиальный рельеф (долина р. Западный Буг)
	эоловые межгрядовые понижения		озерно-аллювиальный рельеф
	эоловые гряды (дюны)		гидрологические объекты

Рисунок 1 – Геоморфологическая карта-схема района д. Селяхи

На всем протяжении дюна имеет ассиметричный поперечный профиль: крутизна внешнего склона больше и составляет в основном 15–22°, местами достигая 30°, крутизна внутреннего склона – 5–7, иногда до 10–12°. Гребень узкий, четко выраженный, плавно переходит к внутреннему склону. Бровка со стороны внешнего склона резкая, со стороны внутреннего неясно выраженная. Ширина дюны на уровне бровок составляет от 8 до 50 м, на уровне подошвы от 80 до 150 м.

В направлении от лобовой части дюны к ее окончанию относительная высота постепенно уменьшается от 10–12 м до 5–7 м и меньше, лишь редко в пределах гребня расположены межгрядовые понижения с амплитудой до 1,5 м. Ширина в данном направлении закономерно уменьшается.

Южнее северной гряды расположено более сложное эоловое образование, которое в общем плане повторяет конфигурацию северной гряды, но состоит из четырех взаимосвязанных эоловых форм: двух ассиметричных продольных гряд, следующих одна за другой, и двух изометричных серповидных холмов, присты-

кованных к лобовым частям ассиметричных гряд. Поперечный профиль всех указанных форм рельефа резко ассиметричен – внешний склон крутой (15–24° и более), внутренний пологий (менее 10°).

В направлении с северо-запада на юго-восток данный комплекс форм включает: а) продольную ассиметричную гряду (длина 650 м, в том числе лобовая часть – 300 м, относительная высота по отношению к межгрядовым понижениям до 17–20 м; б) эоловый холм серповидной формы, пристыкованный к предыдущей гряде с юго-востока, параметры 300 на 150–180 м, относительная высота 9–10 м. Внешний северо-восточный склон крутой (до 15–17°), внутренний пологий. Вершина платообразная, ширина на уровне бровки 50–80 м; в) продольную ассиметричную гряду, являющуюся продолжением двух предыдущих форм к юго-востоку. Общая длина 1100 м, в том числе длина лобовой, поперечной ветру части достигает 600 м. Ширина в лобовой, восточной части 150 м, в западной 70–80 м. Поперечный профиль резко ассиметричный. Относительная высота достигает 17–19 м; г) эоловый холм, пристыкованный с юга к предыдущей гряде. Вытянут с севера на юг на 370 м при ширине 80–150 м. Относительная высота до 14–15 м. Имеет в плане неясно выраженную серповидную форму.

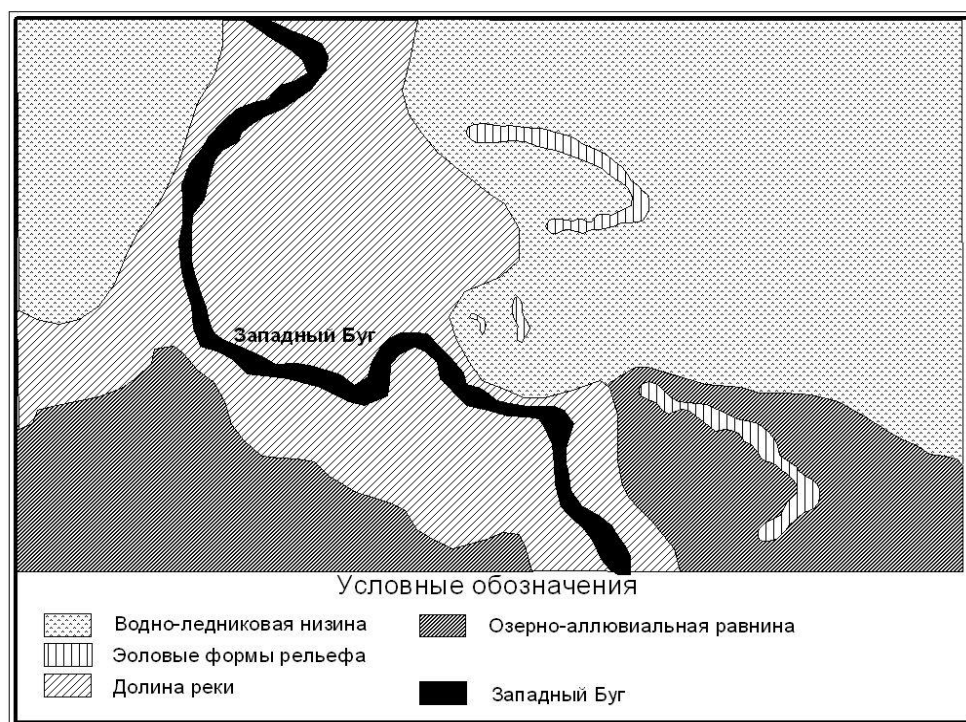


Рисунок 2 – Геоморфологическая карта-схема района дд. Томашовка, Орхово

Еще одна серповидная дюна расположена в западной части описываемой территории. Длина дюны по гребню 440 м, в том числе северная часть – 250 м, южная – 190 м. Максимальная высота в лобовой части 10–14 м, ширина дюны от 120 м в лобовой части до 40–60 м на западе.

На юго-западе Брестского Полесья расположены и другие четко выраженные в рельефе дюны, приуроченные к восточному борту долины Западного Буга.

Их образование, как и комплекса дюн у д. Селяхи, было обусловлено преобладающими в конце поозерского оледенения западными ветрами и плановой конфигурацией долины реки.

Так, например, четкая зависимость планового положения эолового рельефа от конфигурации восточного борта долины Западного Буга выражена в расположении параболических дюн у дд. Томашовка и Орхово Брестского района (рисунок 2). По своему пространственному положению дюны как бы продолжают к востоку изгибы восточного борта долины, откуда выносился песчаный материал. Дюны у д. Селяхи Брестского района хорошо сохранились, четко выражены в рельефе и имеют значительную научную и учебно-познавательную ценность.

УДК 550.814:551.3(476)

В.Н. ГУБИН

Беларусь, г. Минск, БГУ

E-mail: vngubin@mail.ru

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Формирование объектов горнодобывающего комплекса обусловлено промышленным освоением ресурсов литосферного пространства. Структура и функционирование таких литотехнических систем определяются запасами минерального сырья, технологиями и объемами разработки месторождений полезных ископаемых. При извлечении минеральных ресурсов нередко возникают сложные эколого-геологические ситуации, которые необходимо системно и оперативно изучать в связи с проведением природоохранных мероприятий и решением проблем рационального недропользования. Важнейшим направлением в оценке изменений верхней части литосферы, вызванных освоением месторождений полезных ископаемых, является космический мониторинг объектов горнодобывающего комплекса, или литомониторинг.

Горнодобывающий комплекс Республики Беларусь, образованный в результате промышленной добычи калийных и каменной солей, нефти, подземных вод и других видов минерально-сырьевых ресурсов, оказывает существенное влияние на состояние геологической среды. На основе комплексной эколого-геологической интерпретации оперативных и высокоточных материалов дистанционного зондирования Земли из космоса, полученных оптико-электронной аппаратурой, возможно изучение закономерностей трансформаций верхней части литосферы в условиях горнотехнического воздействия.

Дистанционное зондирование объектов горнодобывающего комплекса Республики Беларусь современными оптико-электронными системами со спутников БКА (Беларусь), ALOS (Япония), IKONOS (США) и др. обеспечивает получение космических снимков (КС) с пространственным разрешением от 10 до

нескольких метров в видимом и ближнем инфракрасном спектральных диапазонах в узких интервалах электромагнитных волн. При этом передача космоизображений осуществляется по радиоканалам, что способствует оперативному ведению литомониторинга. Цифровой (электронный) вариант изображений объектов позволяет проводить эколого-геологическое дешифрирование КС с помощью компьютерных технологий. Электронные космоизображения преобразуются также специальным устройством в виде фотографических снимков.

Космический мониторинг объектов горнодобывающего комплекса представляет собой систему регламентированных периодических дистанционных и наземно-контактных, в том числе режимных наблюдений за состоянием геологической среды и ее пространственно-временными изменениями в связи с разработкой полезных ископаемых шахтным, карьерным либо скважинным способами. В зависимости от площади горнотехнического воздействия на верхнюю часть литосферы космический мониторинг выполняется на региональном, локальном и детальном уровнях его организации. Региональный литомониторинг охватывает значительные территории техногенных трансформаций геологической среды с периодичностью наблюдений 1–2 раза в год. При этом обособляются полигоны для космического мониторинга локального уровня с аналогичной частотой изучения горнотехнических объектов. Рассматриваемые виды мониторинга обеспечиваются КС, выполненными со спутников оптико-электронными съемочными системами в мультиспектральном режиме с разрешением на местности порядка 10 м. В ходе регионального и локального литомониторинга составляются космоэкогеологические карты масштаба 1 : 200 000–1 : 50 000.

Наиболее точные и полные данные о состоянии геологической среды в районах освоения месторождений полезных ископаемых возможно получить при ведении космического литомониторинга на детальном уровне его организации. Частота наблюдений объектов горнодобывающего комплекса здесь не реже чем ежемесячно, вплоть до непрерывной регистрации происходящих изменений среды. На детальных полигонах анализируются КС, полученные спутниковой аппаратурой в панхроматическом режиме с пространственным разрешением 1–2 м, проводятся комплексные эколого-геологические исследования и наземные геодезические измерения, в том числе с использованием спутниковых навигационных систем. Рассматриваемый уровень космического литомониторинга позволяет создать космоэкогеологические модели масштаба 1 : 25 000 и крупнее.

В настоящее время особое внимание уделяется эколого-геологическим проблемам и организации космического мониторинга Солигорского горнодобывающего комплекса. Эксплуатация продуктивных горизонтов в достаточно ограниченном подземном пространстве шахтных полей четырех рудников вызывает в промрайоне локальную сейсмичность, проявления газодинамических процессов, формирование мульды сдвижения горных пород. В связи со складированием на земной поверхности значительного объема галитовых отходов отмечается активизация суффозионных процессов в пределах крупных солееотвалов.

В ходе регионального литомониторинга разрабатываемого месторождения калийных солей и Старобинской центриклинали Припятского прогиба в целом, ус-

тановлены активные на новейшем этапе разломы земной коры с азимутом простирания 287 и 45° , контролирующие развитие сейсмических процессов с интенсивностью сотрясаемости земной поверхности до 3–5 баллов (по шкале MSK–64), зарегистрированных сейсмомониторинговыми станциями в 70–90-х годах XX века. Очаги землетрясений техногенной и естественной корово-мантийной природы тяготеют к узлам пересечений дизъюнктивов, или кентрогенным структурам. Причем среди сейсмогенерирующих линейных структур рассматриваемой центриклинали и калийного горнодобывающего комплекса особо следует выделить Старобинскую геодинамическую зону, установленную по космогеологическим и геолого-геофизическим данным. В перспективе целесообразна постановка локального космического литомониторинга на эксплуатируемом месторождении калийных солей в связи с прогнозированием газодинамических явлений, пространственное распределение которых контролируется наряду со многими геологическими факторами также дизъюнктивной тектоникой.

Проведение космического литомониторинга в пределах шахтных полей Солигорского горнодобывающего комплекса на детальном уровне позволяет выявить закономерности пространственного распределения мульды сдвижения горных пород над отработанным пространством продуктивных толщ. Такие процессы образуют в современном рельефе просадочно-западинные формы с размерами в поперечнике от нескольких десятков до первых сотен метров. Максимальная глубина таких форм достигает 4–4,5 м. Техногенные просадки наиболее отчетливо выражены в покровных отложениях и на КС в пределах развития моренных супесей и суглинков, перекрытых лессовидными породами.

При детальном космическом литомониторинге возможно изучение экзогенных процессов в пределах складированных на земной поверхности твердых солевых отходов обогащения калийного сырья. Солеотвалы состоят более чем на 90 % из галита и характеризуются относительными высотами до 120 м. По данным дешифрирования КС на склонах солеотвалов устанавливаются проявления суффозионных процессов в виде изометричных сводовых обрушений и просадочных западин диаметром от нескольких метров до 10 м и глубиной 1–3 м.

Инновации в проведении литомониторинга разрабатываемого Старобинского месторождения калийных солей и других объектов горнодобывающего комплекса Республики Беларусь тесно связаны с дистанционным зондированием Земли Белорусским космическим аппаратом. Оптико-электронная съемочная система спутника позволяет в панхроматическом режиме получать КС в спектральном интервале $0,54$ – $0,86$ мкм с разрешением объектов на земной поверхности около 2 м, а в мультиспектральном – в четырех спектральных каналах от $0,46$ до $0,84$ мкм с пространственным разрешением 10 м. Космическая информация с отечественного спутника будет способствовать решению первоочередных задач в разработке системы космического мониторинга объектов горнодобывающего комплекса Беларуси и составлении оперативных космоэкогеологических карт.

УДК 504.54.05:625.7 (476.1)

А.Л. ДЕМИДОВ, Ю.П. ЧУБИС

Беларусь, г. Минск, РУП «Бел НИЦ «Экология»

E-mail: promeco@tut.by

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Значение автомобильного транспорта в Республике Беларусь неуклонно возрастает. К традиционным достоинствам – высокой оперативности и значительному территориальному охвату – в последнее время добавилось существенное усиление логистической составляющей, что ведет не только к оптимизации движения, но и косвенно создает условия для увеличения интенсивности движения автомобильного транспорта. Одновременно отмечается активный рост количества автотранспорта, в первую очередь находящегося в личном пользовании.

Влиянию автомобильных дорог и автомобильного транспорта на состояние почвенного покрова в придорожной полосе в Беларуси уделено незначительное внимание. Тем не менее авторами [1–3] признается, что такое негативное влияние имеет место. Загрязнение почв в зоне влияния автомобильных дорог обусловлено большим количеством вредных веществ, образующихся при движении автомобилей: тяжелые металлы, высвобождающиеся при сгорании топлива, пыль от изнашивания автомобильных шин, тормозных прокладок и истирания дорожного покрытия, нефтепродукты, противогололедные реагенты. Изнашивание шин вызывает загрязнение территорий вдоль автомобильных дорог в основном Cd и Zn, которые добавляются к резине для ускорения процессов вулканизации. Кроме того, существенное загрязнение окружающей среды Ni, Cr, Fe и Cu происходит в результате износа кузовов автомобилей.

Значимость изучения данной проблемы и в том, что указанному воздействию зачастую подвергаются расположенные в непосредственной близости от дорог сельскохозяйственные угодья, жилые зоны сельских населенных пунктов, водоохраные зоны и водные объекты.

Целью данной статьи было обобщение материалов почвенно-геохимических исследований, выполненных специалистами РУП «Бел НИЦ «Экология» в рамках научно-исследовательских работ по оценке воздействия планируемой хозяйственной деятельности в 2009–2013 гг. для определения влияния автомобильного транспорта на состояние почвенного покрова придорожных территорий.

Для выявления закономерностей были проанализированы полученные в ходе аналитических работ валовые концентрации металлов в пробах почвы: свинец, никель, марганец, цинк, кадмий, медь, хром, а также концентрации нефтепродуктов.

Результаты аналитических исследований были сгруппированы следующим образом:

1) по расположению точки отбора пробы почвы относительно обочины автодороги:

- на расстоянии не более 7 м от обочины;
- на расстоянии от 7 до 12 м от обочины;
- на расстоянии более 12 м от обочины.

2) по интенсивности движения автомобилей на автодороге, вдоль которой производился отбор проб [4]:

- местные автомобильные автодороги с интенсивностью движения до 500 автомобилей в сутки;
- республиканские автомобильные автодороги с интенсивностью движения от 1000 до 2000 автомобилей в сутки;
- республиканские автомобильные автодороги с интенсивностью движения от 2000 до 5000 автомобилей в сутки;
- республиканские автомобильные автодороги с интенсивностью движения более 5000 автомобилей в сутки.

Обобщенные результаты представлены в таблице (таблица) в виде отношений среднеарифметической концентрации по группе к принятой концентрации (a-f). Сведения по Cr и Cd отсутствуют, т.к. проанализировано малое количество проб при большом удельном весе проб с концентрацией ниже предела обнаружения прибора. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы. Содержание металлов в почвенном слое вдоль местных автомобильных дорог невелико, не превышает установленных нормативов, при этом отсутствует закономерность его изменения с удалением от полотна дороги.

Четко прослеживается уменьшение концентрации в почве нефтепродуктов при удалении от полотна дороги. Такая тенденция характерна для дорог с любой интенсивностью движения. В пробах, отобранных на расстоянии до 7 м от автодорог республиканского значения, содержание нефтепродуктов ориентировочно в 2,5 и более раз выше, чем у местных дорог. Независимо от интенсивности дороги, содержание нефтепродуктов при удалении дальше 7 м снижается в 6 и более раз.

Тенденция снижения концентрации других загрязнителей при увеличении расстояния до дороги характерна только для цинка применительно к дорогам республиканского значения, вдоль которых концентрации цинка в зоне до 7 м близки к ПДК, иногда его превышают.

Высокие значения Ni и Cr (выше кларка, ниже ПДК) встречаются в единичных пробах в зоне до 7 м от автодорог.

Подтверждено, что загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами, Zn, Cu, Ni усиливается в зоне аккумуляции при значительной высоте откосов. При наличии полосы древесно-кустарниковой растительности концентрации этих загрязнителей в почве за полосой существенно снижаются.

Таблица – Обобщенные результаты аналитических исследований

Интенсивность движения транспорта, ед./сут.	Удаленность от дорожного полотна, м	Pb	Ni	Mn	Zn	Cu	H/п
До 500 (дороги местного значения)	До 7	a* ¹	b* ¹	c* ¹	d* ¹	e* ¹	f* ¹
	7–12	-1,3 a	2 b	1,6 c	1,1 d	1,6 e	-6,5 f
	Более 12	1,2 a	2 b	1,3 c	1,5 d	1,3 e	-4,6 f
1000–2000 (республиканские дороги)	До 7	1,4 a	-1,2 b	-2,6 c	1,7 d	-1,2 e	5,9 f
	7–12	-1,3 a	1,7 b	-1,1 c	-1,1 d	1,5 e	-3,6 f
	Более 12	-1,3 a	1,5 b	-3,8 c	-1,6 d	-1,6 e	-5,1 f
2000–5000 (республиканские дороги)	До 7	1,3 a	2,2 b	-1,4 c	1,2 d	-* ²	3,6 f
	7–12	1,1 a	1,9 b	-1,3 c	d	-1,2 e	-1,6 f
	Более 12	-1,1 a	1,3 b	-1,5 c	-1,5 d	-1,6 e	-1,9 f
Более 5000 (республиканские дороги)	До 7	1,3 a	1,6 b	1,2 c	1,8 d	1,8 e	2,4 f
	7–12	-* ²	-* ²	-* ²	-* ²	-* ²	-* ²
	Более 12	-* ²	-* ²	-* ²	-* ²	-* ²	-* ²

*1 – среднеарифметическая концентрация загрязняющего вещества по группе;

*2 – информация отсутствует.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог / В.М. Немчинов [и др.]. – Москва - Иркутск, 1997. – 229 с.
2. Воздействие выбросов автотранспорта на природную среду / ред. О.Л. Качалова / Акад. Наук Латв. ССР, Ин-т биологии. – Рига, Зинатне, 1989. – 140 с.
3. Рудь, А.В. Загрязнение тяжелыми металлами почв и растительности придорожных полос дорог Минской области / А.В. Рудь // Вестник БГУ. Сер. 2. – 2007. – № 1. – С. 111–115.
4. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности движения. СТБ 1291-2001. – Введ. 21.11.2001. – Минск : РУП «БелдорНИИ», РУП «Белдорцентр», Белорусская государственная политехническая академия, 2001. – 15 с.

УДК 551.561 (476)

Я.К. ЕЛОВИЧЕВА, Н.М. ПИСАРЧУК

Беларусь, г. Минск, БГУ

E-mail: yelovicheva@bsu.by, pisarchuk@bsu.by

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИ ИЗУЧЕННЫЕ РАЗРЕЗЫ МУРАВИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ БЕЛАРУСИ

Территория Беларуси уникальна по своему расположению – на пути движения неоднократных скандинавских ледниковых покровов и с позиции эволюции компонентов ландшафтов на протяжении древнейших межледниковий. Пали-

нологическая обеспеченность региона в изучении отложений муравинского (микулинского, эемского) межледниковья весьма высокая – 330 разрезов (26 % от всех изученных в гляциоплейстоцене). Они залегают в северной части региона под мореной поозерского (валдайского, вислинского) оледенения, а к югу от его границы – под коррелятивными ему водноледниковыми, аллювиальными, солифлюкционными и делювиальными образованиями, нередко выходят на поверхность. Они приурочены к замкнутым понижениям в рельефе на водоразделах, денудационным ложбинам, речным долинам (под аллювием II, реже I н. т. и пойм).

Приповерхностно залегающие (до гл. 30 м) муравинские межледниковые образования имеют среднюю мощность 2–4 м, достигая нередко до 15 м. Представлены они различными генетическими типами: озерными (гумусированные пески, супеси, суглинки, глины, мергели, гиттии), болотными (торф), аллювиальными (пойменные супеси и суглинки, русловые пески, старичные органогенные породы), хемогенными (известковые туфы, пресноводные мергели), погребенными почвами (чаще всего отмечены дерново-подзолисто-глеевые, торфянисто-болотные).

Разрезы муравинских межледниковых толщ распределены по территории региона неравномерно (рисунок). Сконцентрированы они преимущественно в центральной части Беларуси в пределах главного водораздела, верховьях Западной Двины, долине Немана у западной границы региона, а на остальной территории – более или менее размещены в основных бассейнах рек. Весьма редки места муравинских палеоводоемов в притоках Западной Двины (Оболь, Дрисса, Десна), низовьях Вилии, Березины (Друть, Ольса, Клева, Бобр), Сожа (Проня) и в особенности Буга и Припяти. Последнее, возможно, по причине их ограниченного распространения или же неизученности отложений палинологическим методом.

Муравинская межледниковая флора отличалась малым числом экзотических видов растений за счет присутствия таких географических элементов, как американо-восточноазиатских (*Brasenia*), американо-евроазиатских (*Ephedra*), евроазиатских (*Betula sect. Fruticosae*, *Picea obovata*), восточноазиатских (*Osmunda cinnamomea*), панголарктических (*Larix*, *Cornus*), европейских (*Tilia platyphyllos*). Район максимальной концентрации растений муравинской межледниковой флоры (93–100 %) приурочен к верховьям Эльбы в межгорье Судет, Рудных гор, Шумава и Чешско-Моравской возвышенности, а борховского похолодания – к Молого-Шекснинской низменности в зоне тёмнохвойной тайги.

Растительность муравинского межледниковья в регионе была представлена классической макросукцессией палеофитоценозов: *Betula* → *Pinus* → (*Quercus+Ulmus*) → (*Corylus+Alnus*) → *Tilia* → *Carpinus* → *Picea* → *Pinus* → *Betula*. Муравинское межледниковье было сложным по своей палеогеографической обстановке, а климатические оптимумы (в особенности чериковский) знаменовались четкой выраженностью по содержанию широколиственных пород (60–90 %), ольхи (30–50 %) и орешника (более 100 %).

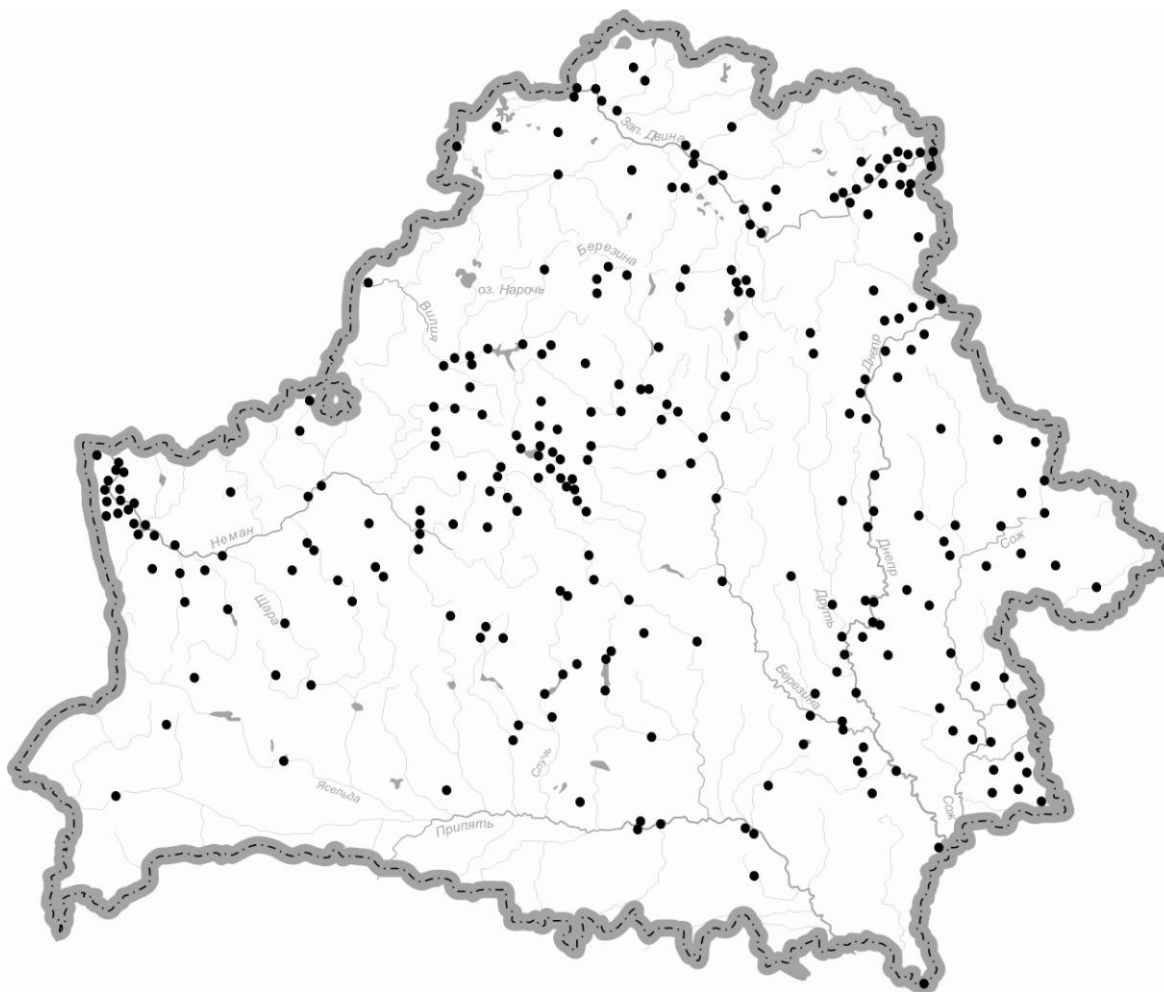


Рисунок – Карта расположения палинологически изученных разрезов с отложениями муравинского межледниковья на территории Беларуси

В *улановское раннемежледниковье* в регионе были развиты берёзово-сосновые с елью и сосновые леса с участием термофильных элементов. *Чериковский оптимум* отличался распространением многоярусных широколиственных (дубовых и дубово-вязовых, затем дубово-вязовых с липой, а впоследствии липовых, липово-грабовых и, наконец, грабовых) лесов с ольхой, обильным подлеском из орешника. Последующим *коматовскому и богатыревичскому оптимумам* был также свойствен расцвет сосново-широколиственных (с липой, дубом, вязом, а позднее с грабом) лесов с подлеском из орешника, ольхи. Разделявшие оптимумы *борховское и дорошевичское похолодания* привели к развитию в регионе еловых и елово-сосновых лесов, затем сосновых с примесью ели, берёзы и небольшим участием термо- и мезофильных элементов. Со значительным похолоданием климата в *гончаровское позднемежледниковье* большое значение в лесах сохранила сосна, а позднее – берёза, которая слагала растительные ассоциации с елью, развитым травяным покровом. Как видно, характерной особенностью растительности оптимумов муравинской межледниковой эпохи в регионе являлось доминирование широколиственных пород.

Муравинская межледниковая флора развивалась в условиях умеренно-континентального, тёплого и влажного климата с продолжительным безморозным периодом. *Чериковскому оптимуму* была свойственна средняя t января от -1 до -2 °C ($>$ на $3-6$ °C), июля $+16...+20$ °C ($>$ на 2 °C), среднегодовое количество осадков от 550 до 1000 мм (равно современному или выше на 350 мм). *Комотовский* и *богатыревичский оптимумы* отличались средней t января от -1 до -2 °C ($>$ на $3-6$ °C), июля $+19...+20$ °C ($>$ на $1-2$ °C), среднегодовым количеством осадков до $550-800$ мм (равно или выше на 50 мм). *Борховское* и *дорошевичское похолодания* характеризовались средней январской t около -11 °C ($<$ на $3-7$ °C), июльской $+17$ °C (равно или меньше на 2 °C), среднегодовым количеством осадков в $400-600$ мм ($<$ на $50-150$ мм).

В геохронологической шкале гляциоплейстоцена северного полушария муравинский межледниковый этап отвечает самостоятельному горизонту, 5-му изотопному ярусу длительностью в $20-30$ тыс. лет (от 90 до 110 тыс. л. н.), имеет три климатических оптимума, соответствует одному пику кривой инсоляции, трем пикам изотопно-кислородной кривой, интервалам ресс-вюрм, зем Германии, Нидерландов, ипсвич Англии, Мазовиен-2 Польши, микулино России, мяркине Прибалтики, прилуки Украины.

Изучение муравинского межледниковья имеет научную и практическую значимость, поскольку выступает в ранге эталона при дальнейшем прогнозе глобального потепления климата, отвечающего экологическим условиям развития палеоландшафтов по сравнению с современностью.

УДК 911.3(476)

С.А. ЗАРУЦКИЙ, А.В. ГРИБКО

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: gribko@tut.by

РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ КУЛЬТУРНО-ЛАНДШАФТНЫХ МИКРОРАЙОНОВ БАРАНОВИЧСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Культурно-ландшафтное районирование Брестской области основывается на анализе пространственной дифференциации природно-ландшафтных, социально-экономических, этнокультурных и историко-культурных характеристик территории, где основными таксономическими пространственными единицами выступают культурно-ландшафтные районы, подрайоны и микрорайоны.

Ведущим фактором выделения культурно-ландшафтных районов является этнокультурная структура населения с учетом общности природно-ландшафтных условий, подрайона – общность транспортно-коммуникационных связей, производственно-хозяйственный профиль занятости населения, тип сельского расселения, историко-культурный потенциал, микрорайона – единство

природного комплекса, общность историко-культурного наследия и специализация хозяйственной деятельности.

Цель исследования – изучение рекреационных ресурсов культурных ландшафтов Барановичского района как исторически сложившихся территориальных природно-общественных систем.

В результате проведенного исследования на территории Барановичского административного района выделено три культурно-ландшафтных микрорайона, относящихся к Барановичско-Щарскому культурно-ландшафтному району – *Городищенский*, *Барановичско-Ляховичский (частично)*, *Липско-Миловидский (частично)*. Городищенский и Барановичско-Ляховичский микрорайоны объединяются в Барановичский подрайон, а Липско-Миловидский микрорайон относится к Верхнещарскому культурно-ландшафтному подрайону.

Для рекреационных ресурсов микрорайонов характерно своеобразное (иногда уникальное) сочетание природных и культурно-исторических объектов. *Городищенский микрорайон* отличается своеобразием холмисто-моренно-рядовых ландшафтов Новогрудской возвышенности с уникальными природными объектами, высокой концентрацией памятников природы, немногочисленными лесными массивами и густой сетью старинных сельских поселений, значительным количеством памятников историко-культурного наследия (17) и усадебно-парковых комплексов (25).

Природные особенности *Барановичско-Ляховичского и Липско-Миловидского микрорайонов* определяется преобладанием моренно-зандровых ландшафтов Барановичской водно-ледниковой равнины с широколиственными еловыми и хвойными лесами. По характеру освоенности это субурбанизированный регион с наличием индустриального центра в сочетании с относительно равным распространением лесных и сельскохозяйственных территорий. В историко-культурном отношении в пределах данных микрорайонов расположено большое количество объектов историко-культурного наследия. Характерна высокая концентрация топонимов культурно-географического плана, усадебно-парковых комплексов, имеются заказники и памятники природы.

На примере Городищенского микрорайона рекреационные ресурсы можно подразделить на несколько групп в зависимости от возможного направления их использования:

– уникальные природные и природно-антропогенные объекты, формы рельефа, ландшафты – камень филаретов, родник Ясенец, высшая точка рельефа Брестской области, типичные ландшафты Новогрудской краевой ледниковой возвышенности, водохранилище Кутовщина, усадебно-парковые комплексы (Тугановичский парк);

– культурно-исторические объекты, связанные с жизнью и деятельностью выдающихся исторических личностей – Радзивиллов (усадебный комплекс в д. Полонечка, И. Домейко (усадебный комплекс «Сочивки»). На территории микрорайона расположены объекты, входящие в туристический маршрут под условным названием «Шляхам Адама Міцкевіча» – усадебно-парковый комплекс «Заосье, камень фила-

ретов, Тугановичский парк и далее в пределах Новогрудчины (озеро Свитязь, Новогрудок).

– Культурно-исторические объекты археологии и культовой архитектуры – Свято-Крестовоздвиженская церковь в г.п. Городище, Троицкий костел в д. Ишкольд. Юрьевский костел в д. Полонечка и др.

– Уникальные фортификационные объекты Первой мировой войны и польские сооружения 30-х гг. XX в. – сохранившиеся и полуразрушенные ДОТы и другие оборонительные сооружения у дд. Скробово, Вызорок, между дд. Войковичи и Столовичи; памятник солдатам Российской армии у д. Скробово, обелиск «Три креста» между дд. Войковичи и Арабовщина.

– Мемориальные объекты Великой Отечественной войны – памятник и мемориал узникам Колдычевского лагеря смерти, памятники и братские могилы советским воинам.

– Культурно-исторические объекты современной Беларуси – памятник первому Герою Беларуси В. Карвату в д. Арабовщина.

Уникальное сочетание природных и историко-культурных рекреационных ресурсов микрорайонов Барановичско-Щарского культурно-ландшафтного района может быть использовано для различных целевых групп и в различных направлениях туристической деятельности, в том числе в агро- и экотуризме.

УДК 504.054

М.И. КОЗЫРЕНКО

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: margarita_kozyrenko@tut.by

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ И ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Загрязнение тяжелыми металлами почв и овощной продукции, выращиваемой в зонах воздействия промышленных городов, а также локальных источников загрязнения отмечается в ряде исследований [1; 2]. Загрязнение неизбежно ведет к попаданию опасных элементов в организм человека. Из органов растений наибольшее накопление отмечается для корневой системы [3].

При производстве лакокрасочных материалов используется широкий спектр сырья на основе тяжелых металлов, в результате технологических потерь в почвах накапливаются свинец, цинк, хром и кадмий [4]. В этой связи исследования уровней содержания данных элементов в овощной продукции, выращиваемой в зоне воздействия лакокрасочного производства, являются актуальными с точки зрения оценки опасности для здоровья населения.

При проведении полевых исследований в зоне воздействия лакокрасочного производства (г. Лида) были отобрано 17 проб почв из поверхностного горизонта

с огородов в пределах приусадебных участков, а также 12 проб овощей (свеклы, моркови и картофеля) для определения уровней накопления в них тяжелых металлов (свинца, цинка, хрома и кадмия). Пробы отбирались на различном расстоянии от предприятия по производству лакокрасочных материалов (до 3 км).

Тяжелые металлы, за исключением кадмия, были обнаружены в 100 % отобранных проб почв огородов. Максимальная концентрация свинца составила 208,7 мг/кг; цинка – 263,3; кадмия – 1,36; хрома – 27,9 мг/кг. О высоких уровнях загрязнения свидетельствуют превышения установленных нормативов: допустимые уровни по валовому содержанию свинца превышены в 53 %, цинка – в 94 %, кадмия – в 94 % отобранных проб. Концентрация хрома находилась в допустимых пределах. Максимальное содержание свинца превысило ПДК в 6,5 раз (таблица 1).

Уровень рН почв огородов составил 5,8–7,1. На участках, в пределах которых были отобраны пробы овощей, величина рН варьировала в диапазоне от 6,1 до 6,9. По сравнению с фоновыми участками (рН 3,6–4,2), на территории огородов наблюдалось подщелачивание почв. Несмотря на слабокислую реакцию среды, содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах огородов находилось на достаточно высоком уровне (вклад в валовое содержание составил 22–48 %).

В ходе исследований овощей свинец, цинк, кадмий были обнаружены во всех пробах; содержание хрома было зафиксировано в 80 % проб. Полученные концентрации свинца составили 0,3–0,8 мг/кг; цинка – 1,4–15,6; хрома – 0,05–0,2; кадмия – 0,01–0,05 мг/кг сырой массы.

Таблица 1 – Валовое содержание тяжелых металлов в почвах огородов

Параметр	Свинец	Цинк	Хром	Кадмий
Содержание, мг/кг	15,6–208,7	46,5–263,3	2,3–27,9	н.о.–1,36
Кратность ПДК/ОДК, раз	0,5–6,5	0,9–4,8	0,02–0,3	0–2,7

Сравнение содержания тяжелых металлов с фоновыми значениями [5] показало, что в пробах овощей, отобранных в г. Лиде, фоновое содержание цинка превышено в 100 % случаев, хрома – в 42 % (свекла оказалась наименее загрязненной). Если вышеперечисленные элементы входят в микроэлементный состав овощей, то такие металлы, как свинец и кадмий, являются загрязнителями, присутствие которых было обнаружено во всех пробах.

Установленный норматив по свинцу превышен в 58 % проб овощей. ПДК по кадмию превышена в 25 % проб, еще в 2 пробах свеклы содержание кадмия находилось на уровне ПДК. В 25 % проб превышена ПДК по цинку. Максимальная кратность превышения по свинцу и кадмию составила 1,7 раз (таблица 2).

В ходе проведенных исследований в зоне воздействия лакокрасочного производства однозначной связи между содержанием тяжелых металлов в почвах и овощных культурах не установлено, тем не менее, концентрации цинка и свинца, превышающие установленные нормативы, были обнаружены в овощах, отобранных с территорий с максимальными уровнями загрязнения почв. При относительно высоком валовом содержании исследуемых элементов, а также их подвижных форм в почвах концентрации тяжелых металлов в овощах находятся

на сравнительно невысоком уровне. В то же время полностью исключать опасность перехода загрязняющих веществ из почвы в растения нельзя, так как условия миграции зависят от большого количества природных и антропогенных факторов, физико-химических свойств почв на отдельно взятых участках, видов растений и др., которые необходимо учитывать при дальнейших исследованиях.

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в овощах

Овощная культура	Свинец		Цинк		Хром		Кадмий	
	содержание, мг/кг	кратность ПДК, раз	содержание, мг/кг	кратность ПДК, раз	содержание, мг/кг	кратность ПДК, раз	содержание, мг/кг	кратность ПДК, раз
Свекла (6)	0,3 – 0,7	0,6 – 1,4	2,4 – 15,6	0,2 – 1,6	н.о. – 0,04	0 – 0,2	0,02 – 0,05	0,7 – 1,7
Морковь (5)	0,3 – 0,8	0,5 – 1,7	1,4 – 14,8	0,1 – 1,5	0,01 – 0,04	0,05 – 0,2	0,01 – 0,04	0,3 – 1,3
Картофель (1)	0,4	0,8	1,7	0,2	0	0	0,01	0,3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Светлогорск: экологический анализ города / В.С. Хомич [и др.]. – Минск : Минсктиппроект, 2002. – 212 с.
2. Оценка риска для здоровья населения как важный критерий целевых показателей качества окружающей среды / Ж.И. Иманкулов [и др.] // Журнал проблем эволюции открытых систем. – 2009. – Т. 1, Вып. 11. – С. 97–113.
3. Хоботова, Э.Б. Исследование накопления тяжёлых металлов в почвах и растительности / Э.Б. Хоботова, М.И. Уханева, Е.Н. Скляренко // Химическая технология. – 2007. – С. 162–166.
4. Козыренко, М.И. Особенности накопления тяжелых металлов в почвах при производстве и использовании лакокрасочных материалов / М.И. Козыренко // Сахаровские чтения 2012 года: экологические проблемы XXI века: материалы 12-й Международной науч. конф. 17–18 мая 2012. – Минск. – 2012. – С. 391.
5. Химический состав пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М. : Агропромиздат, 1987. Ч. II. – 360 с.

УДК 631.4 : 631.47: 631.459КП

Т.Л. КУЧМА

Украина, г. Киев, ИАП НААН

E-mail: tanyakuchma@yahoo.com

МОНИТОРИНГ ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Несовершенная пространственная структура ландшафтов, чрезмерная фрагментация естественного растительного покрова на отдельные изолированные участки влияет на экологическую целостность территории в пространственном и функциональном значении. Недостаточная плотность сети защитных и противозрозионных объектов, высокая доля пашни в ландшафтах, распашка лугов и степных территорий до границы лесных угодий приводят к уменьшению экологической устойчивости экосистем, деградации ландшафтного разнообразия, дрейфа ареалов распространения видов и уменьшению биоразнообразия.

Отсутствие системы мониторинга ландшафтной структуры и ослабление контроля использования земель усугубляет указанную проблему и в целом приводит к нерациональному использованию биотического потенциала ландшафтов, в частности агроэкосистем. Применение индексов ландшафтного разнообразия, определенных по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяет объективно и оперативно осуществлять оценку ландшафтного разнообразия, выбирать оптимальные модели организации территории и прогнозировать изменения в структуре ландшафтов.

Цель исследования состояла в выборе и апробации оптимальных ландшафтных метрик (индексов ландшафтного разнообразия) на тестовой территории в Центральной Лесостепи Украины (Каневский район, Черкасская область).

В исследованиях ландшафтного разнообразия в основном используются два подхода. Первый подход заключается в качественном анализе ландшафтной структуры с использованием ландшафтных карт. Ландшафтное разнообразие в таком случае рассматривается как количество и частота встречаемости естественных территориальных комплексов в пределах определенного региона. Второй подход основан на анализе материалов ДЗЗ. Ландшафтное разнообразие при таком подходе обуславливается спектральными свойствами элементов ландшафтов и в значительной степени зависит от пространственного, спектрального и радиометрического разрешения аэрокосмического изображения. Наш подход базировался на объектно-ориентированной классификации аэрокосмических изображений для определения классов ландшафтной структуры и дальнейших расчетов ландшафтных метрик, эффективных для оперативной количественной оценки ландшафтного разнообразия. Особое значение также имеет способ выделения элементов структур ландшафта, поскольку с их типизацией часто связана субъективность в оценке ландшафтного разнообразия. В данном исследовании использовался трехуровневый европейский классификатор CORINE CLC2000,

содержащий 44 класса объектов. Для каждого класса были определены соответствующие дешифрующие признаки, в частности для спутниковых снимков RapidEye и Сич-2. По результатам дешифрирования была разработана карта растительно-земельного покрова территории исследования. Каждый класс оценивался по критериям естественности и замещаемости в экосистеме.

На следующем этапе исследования были рассчитаны ландшафтные метрики (индексы ландшафтного разнообразия). Сегодня в научной литературе насчитывается около ста метрик, по которым можно оценить ландшафтное разнообразие. Но многие из них дают разные оценки разнообразия, а некоторые – прямо противоположные. Один и тот же ландшафт может интерпретироваться как разнообразный и как простой в зависимости от того, с помощью какого показателя он оценивается. Таким образом, существует необходимость обоснования объективных индексов ландшафтного разнообразия.

Для выбора эффективных показателей разнообразия в рамках территории исследования были выбраны два тестовых полигона площадью 5 км², которые различались по структурным и функциональным характеристикам. Один из них находится на территории Каневского природного заповедника и был принят в качестве эталонного с точки зрения ландшафтного разнообразия, а второй – на территории с высокой степенью распаханности (выше 70 %). С использованием программного обеспечения Fragstat [5] по построенным на предыдущем этапе работы картам растительно-земельного покрова был просчитан ряд индексов ландшафтного разнообразия, из которых наиболее эффективно отображали различие тестовых участков следующие метрики: индекс разнообразия местообитаний (число типов местообитаний на единицу площади), индекс неоднородности местообитаний (количество фрагментов местообитаний); общая длина границы классов (длина экотонов в ландшафте), индекс разнообразия Шеннона (изменчивость ландшафта, связанная с типом биотопов и доли естественных территорий и земель с интенсивным сельскохозяйственным или техногенным использованием в ландшафте), средний размер фрагмента класса (чем ниже значение, тем более разнообразен ландшафт, тем больше различных участков биотопов примыкают друг к другу), индекс дисперсии (неоднородность распределения типов биотопов). По этим индексам для тестового полигона с интенсивным сельскохозяйственным использованием земель была сделана оценка ряда мероприятий по структурно-территориальному улучшению территории, в частности, перевод деградированных земель в охраняемые территории с естественным покровом и создание защитных и буферных полос с естественным (лесным и луговым) растительным покровом между отдельными полями и на берегах водотоков.

В результате исследования было показано, что индексы ландшафтного разнообразия, определенные по данным дистанционного зондирования Земли, могут быть использованы в качестве инструмента количественной оценки прогнозируемых или моделируемых изменений в ландшафтах. Сравнение ландшафтных индексов, рассчитанных для разных моделей организации территории, делает возможным количественное обоснование оптимальной ландшафтной структуры, а также выбор необходимых мероприятий для обеспечения сохране-

ния и увеличения ландшафтного и биоразнообразия, оптимального использования земельных ресурсов и повышения производительности без увеличения площади пахотных земель.

УДК 550.4:551.3(476.4)

**О.В. ЛУКАШЁВ, Н.В. ЖУКОВСКАЯ, Н.Г. ЛУКАШЁВА,
Д.Л. ТВОРОНОВИЧ-СЕВРУК**

Беларусь, г. Минск, БГУ

E-mail: oleg_lukashev@yahoo.com

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОСИПОВИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Осиповичское водохранилище – один из относительно крупных искусственных водоёмов Беларуси – создано в 1953 г. в Осиповичском р-не Могилёвской обл. в результате подпора плотиной ГЭС вод р. Свислочь на расстоянии 43,6 км от её впадения в р. Березину. Площадь водохранилища – 11,87 км², длина – 23,7 км, ширина на среднем участке – 200–300 м, на нижнем – 800–1 200 м. Максимальная глубина водоёма – 8,5 м, средняя – 1,5 м. Полный объём водохранилища при нормальном подпорном уровне, равном 149,50 м, – 17,50 млн м³ [1–3]. Водоохранилище первоначально было предназначено для выработки электроэнергии на Осиповичской ГЭС, водообеспечения прудов рыбного хозяйства, Осиповичского картонно-рубероидного завода, регулирования стока нижней части р. Свислочь для лесосплава и др. [1; 3].

Эколого-геохимическое изучение донных отложений водохранилища (по заказу Осиповичской горрайинспекции) было проведено во второй половине 2004 г. При выборе расположения точек опробования (n = 26) учитывались: равномерность их распределения по акватории; приуроченность к участкам изменения конфигурации водохранилища; возможность относительно быстрого повторного пробоотбора (однозначное нахождение, удобство подъезда).

Основные результаты выполненных исследований ранее были представлены в работе [4]. В частности, установлено, что в настоящее время донные отложения Осиповичского водохранилища, выступающего в качестве «накопителя» металлов, сбрасываемых в р. Свислочь со сточными водами г. Минска (через Минскую станцию аэрации), достаточно равномерно и повсеместно загрязнены «техногенными» Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb. Фиксируемый уровень загрязнения непосредственно зависит от наличия в выборке образцов с высоким содержанием органического вещества.

В рамках проводимого статистического изучения ассоциаций химических элементов в компонентах ландшафтов Беларуси [5; 6 и др.] было выполнено соответствующее исследование донных отложений Осиповичского водохранили-

ща. Ассоциации химических элементов (валовое содержание) выделялись с помощью факторного анализа методом главных компонент с последующим вари-макс-вращением (таблица).

В результате факторного анализа выделены 3 главные компоненты (фактора), объясняющие 85 % общей дисперсии. С фактором 1, описывающим 58 % общей дисперсии, положительно связано содержание большинства изученных химических элементов – Cu, Pb, Fe, Cr, Ni, V, Mn, Ag, Co, Be, – отдельные из которых в данной геохимической обстановке имеют явное «техногенное» происхождение (стоки г. Минск). Установлена сильная прямая зависимость содержания элементов данной ассоциации от содержания органического вещества (коэффициент корреляции Пирсона $r = 0,9$, $p < 0,001$). Фактор 2 (14 % общей дисперсии) отражает поведение Y и Yb (весьма характерная «естественная» парагенетическая ассоциация элементов). Фактор 3 (13 % общей дисперсии) характеризуется высокими нагрузками Ti, Zr, Ba (ещё одна характерная «естественная» ассоциация элементов).

Таблица – Значения факторных нагрузок главных компонент

Элемент	Фактор		
	1	2	3
Cu	0,955		
Pb	0,953		
Fe	0,939		
Cr	0,938		
Ni	0,922		
V	0,909		
Mn	0,892		
Ag	0,843		
Co	0,748		
Be	0,690	0,554	
Y		0,927	
Yb		0,894	
Ti			0,910
Zr			0,854
Ba			0,505
Вклад, %	58	14	13

Примечание. Представлены только значимые факторные нагрузки при $p < 0,01$. Полу-жирным шрифтом выделены ведущие компоненты для каждой переменной.

Так как практически все элементы первой ассоциации связаны как с органическим веществом донных отложений (Be, Co в средней степени – $r = 0,50–0,60$; V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Ag, Pb в сильной – $r = 0,75–0,87$), так и с Fe (Co в средней степени – $r = 0,56$; Be, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Ag, Pb в сильной – $r = 0,73–$

0,91), целесообразно рассчитывать частные коэффициенты корреляции, позволяющие уточнить, содержанием какого макрокомпонента (органического вещества или Fe) при прочих равных условиях в первую очередь определяются концентрации исследуемых химических элементов. Выполненные расчёты показали, что фиксируемое содержание Ni в донных отложениях в современной техногеохимической обстановке Осиповичского водохранилища во многом определяется соответствующей концентрацией органического вещества ($r = 0,6$), тогда как Be, V, Cr, Mn, Cu, Ag, Pb – Fe ($r = 0,6–0,8$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беларуская савецкая энцыклапедыя : у 12 т. – Мінск : Галоўная рэдакцыя Беларускай Савецкай Энцыклапедыі, 1969. – Т. 1. – 624 с.
2. Белорусская Советская Социалистическая Республика. – Минск : Главная редакция Белорусской Советской Энциклопедии, 1978. – 616 с.
3. Водохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / под ред. В.М. Широкова. – Минск : Университетское, 1991. – С. 9–14.
4. Оценка техногенного загрязнения донных отложений Осиповичского водохранилища металлами / О.В. Лукашёв [и др.] // Природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 74–79.
5. Лукашёв, О.В. Многомерный анализ геохимических данных (на примере взвешенных микроэлементов в снеговом покрове г. Полоцк) / О.В. Лукашёв, Н.В. Жуковская // Инновации в геологии и освоении недр : материалы VI Универ. геол. чтений, Минск, 6–7 апр. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 101–106.
6. Лукашёв, О.В. Естественные ассоциации химических элементов в сапропелях Беларуси / О.В. Лукашёв, Н.В. Жуковская // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых : материалы VII Универ. геол. чтений, 4–6 апр. 2013 г., Минск, Беларусь. – Минск : Изд. центр БГУ, 2013. – С. 136–139.

УДК 911.52

Е.Н. МЕШЕЧКО

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: geobel@brsu.brest.by

ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Процессы антропогенеза приводят не только к существенным изменениям, но и преобразованиям как отдельных компонентов и элементов природы, так и ландшафтов в целом и их морфологических частей. В связи с тем, что все компоненты природы взаимосвязаны и взаимообусловлены, изменение одного из них приводит к изменению других, а вместе с этим и к изменению всего ландшафта.

Под ландшафтом понимается конкретная территория, однородная по происхождению и истории развития, обладающая единым геологическим фундаментом, одинаковым рельефом и однообразным сочетанием гидротермиче-

ских условий почв и биоценозов. Ландшафт однороден в зонально-азональном отношении и отражает основные особенности природной зоны. Для каждого ландшафта как генетически однородной системы, характерны такие свойства, как целостность, устойчивость и изменчивость. Ландшафт представляет не простую сумму слагаемых компонентов, а их синтез, и при их взаимодействии возникает новое качественное образование. Устойчивость системы определяется ее способностью возвращаться в исходное состояние, т.е. самовосстанавливаться и саморегулироваться. Чем более сложная система и больше внутренних взаимосвязей, тем больше возможностей имеет ландшафт для самоорганизации, тем он более устойчив к внешним воздействиям. Возникновение стрессовых, а иногда и кризисных ситуаций в ландшафтах связано с чрезмерными нагрузками, которые превышают порог устойчивости. Сохраняя устойчивость, ландшафт изменяется, развивается постепенно и эволюционирует. Это все представляет естественный процесс. Однако в результате прямого влияния человека могут происходить катастрофические изменения (вырубка лесов, строительство карьеров, распашка и др.).

В настоящее время все ландшафтные изменения, их степень зависят от вида хозяйственного использования (сельскохозяйственное, лесохозяйственное, промышленное, транспортное, селитебное, рекреационное и др.) В наибольшей степени изменяются ландшафты вследствие промышленно-дорожного, селитебного и сельскохозяйственного использования. В пределах селитебных, особенно городских территорий, изменены все компоненты и элементы ландшафта, и он испытывает наибольшее давление со стороны человека.

По степени изменения ландшафты разделяются на моно-, средне-, сильноизмененные и преобразованные. К слабоизмененным ландшафтам относятся территории естественных лесов, лугов, болот, к преобразованным – территории, используемые под промышленно-дорожное и городское строительство, места добычи полезных ископаемых открытым способом.

Для определения степени изменения ландшафта используются многочисленные показатели: распаханность, нарушенность естественной растительности и сильно нарушенный рельеф, плотность населения, густота населенных пунктов, шоссейных и железных дорог, стоимость основных фондов и др.

В результате преобразующей деятельности человека на месте естественных неизмененных ландшафтов возникают преобразованные – антропогенные. Антропогенные (культурные) ландшафты представляют рационально измененные и постоянно регулируемые (управляемые) человеком территории, на которых достигается максимальный экономический эффект и создаются благоприятные условия для жизни человека. Для культурных ландшафтов характерно отсутствие отрицательных процессов (эрозия, заболачивание, загрязнение воздуха, почв, вод и др.).

Помимо покомпонентного мониторинга в Беларуси необходимо осуществлять комплексный (ландшафтный) подход, в основе которого должны лежать следующие составляющие: оценка современного состояния ландшафтов и его морфологических частей и их картографирование, учет факторов, влияющих на

состояние ландшафта, по совокупности критериев, основанных на конкретных полевых исследованиях (индикационных, биогеохимических, гидрологических и др.), а также общая экологическая оценка состояния ландшафта и отдельных компонентов и пути решения экологических проблем и охраны природы.

Методом наложения тематических карт, отражающих влияние различных факторов на состояние ландшафтов, выделяются различные уровни остроты экологической ситуации: катастрофические, критические, напряженные, удовлетворительные, благоприятные.

Для эффективного контроля и получения репрезентативной информации необходимо закладывать стационарные площадки для мониторинга в пределах фоновых урочищ и фаций (наземных, водных).

При проведении мониторинга используют четыре группы показателей: а) характеристика компонентов природы, а также ландшафтов в целом; б) степень антропогенного преобразования ландшафта и его морфологических частей; в) содержание загрязняющих веществ в природных средах и субъектах и их соотношение с нормативными показателями; г) состояние субъектов: человека, растений, животных, природных сообществ, фаций. Одним из основных инструментов биомониторинга служит фитоиндикация, дающая более верное представление об уровне загрязнения среды, нежели применение технических средств. Фитоиндикация как метод оценки уровня техногенного загрязнения и реакция растительных компонентов биоты на этот негативный экологический фактор прочно утвердилась в практике мониторинга природной среды и в зависимости от цели может быть использована на субклеточном, организменном, популяционном или фитоценоотическом уровнях, с применением флористических, визуальных, анатомических, физиолого-биохимических, физических и системных анализов тест-объектов.

В качестве показателей для оценки состояния ландшафтов в целом и отдельных морфологических частей в качестве индикаторов могут выступать отдельные виды деревьев, кустарников, мхов, лишайников, их сообществ, физико-химические свойства грунтовых и поверхностных вод. Следует учитывать наличие ассекторов, обилие, жизненность, видовой состав, прирост, биомассу, болезни, повреждения, возрастную структуру популяций и др. Индикаторами состояния ландшафтов являются также мхи и лишайники, выступающие в качестве биологических тупиков (свинца, цинка, меди, кадмия).

Индикаторами состояния ландшафтов с учетом разных видов природопользования являются комплексная характеристика вод, рек, озер, водохранилищ (содержание нитратов, нитритов, фосфатов, металлов, остаточных пестицидов и других загрязнителей, кислотность).

При ландшафтных исследованиях важным является учет рекреационных нагрузок на ландшафт (формирование и густота дорожно-тропиночной сети, вытаптывание напочвенного покрова, шумовое загрязнение и др.).

Важное внимание ландшафтному мониторингу должно уделяться на особо охраняемых природных территориях – эталонах природы в национальных

парках, заповедниках, заказниках, так как им принадлежит основная роль в сохранении как биологического, так и ландшафтного разнообразия.

УДК 502.175

Т.В. МОСЬКО

Беларусь, г. Минск, БГПУ имени М. Танка

E-mail: tanya@mosko.ru

РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Мониторинг радиоактивного загрязнения водных объектов, почвы, воздуха, уточнение радиационной обстановки на территории белорусского сектора 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС, контроль радиоактивного загрязнения территорий населенных пунктов и объектов для оценки условий проживания и производственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, проводится подразделениями Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

В 9 пунктах постоянного контроля, расположенных в Гомельской области (Брагин, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Наровля, Хойники, Чечерск), ежедневно измеряется мощность дозы гамма-излучения (МД).

Анализ результатов измерения мощности дозы гамма-излучения на сети радиационно-экологического мониторинга в настоящее время показывает, что среднегодовые уровни, превышающие доаварийные значения, зарегистрированы в таких городах Гомельской области, как Брагин (0,57 мкЗв/ч), Наровля (0,48), Хойники (0,24), Чечерск (0,23). На остальной территории МД не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч). На остальных пунктах наблюдений уровни МД сравнимы с доаварийными.

Активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в значительной степени определяется содержанием пыли в воздухе, т.е. процессами вторичного ветрового подъема, причем выпадение осадков в 3–4 раза снижает активность радиоактивных аэрозолей в атмосферном воздухе. Уровни содержания цезия-137 и суммарной бета-активности в атмосферном воздухе соответствовали установившимся многолетним значениям (контрольные уровни суммарной бета-активности радиоактивных аэрозолей, при превышении которых проводятся защитные мероприятия, составляют 3700×10^{-5} Бк/м³). Активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Радиационный мониторинг поверхностных вод проводится на шести реках Гомельской области, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень).

В настоящее время средние концентрации цезия-137 и стронция-90 во всех контролируемых реках, за исключением р. Нижняя Брагинка, были значительно ниже Республиканских допустимых уровней для питьевой воды (для цезия-137 – 10 Бк/л, для стронция-90 – 0,37 Бк/л).

Реки Ипуть и Беседь являются наиболее крупными притоками реки Сож, которые протекают по Белорусско-Брянскому «цезиевому пятну» с уровнями загрязнения территории цезием-137 от 1 до 60 Ки/км².

Если в первые несколько лет после аварии на ЧАЭС наблюдался заметный трансграничный перенос цезия-137 с поверхностными водами этих рек, то в настоящее время трансграничный перенос цезия-137 с водами р. Ипуть (г. Добруш) и р. Беседь (д. Светиловичи) незначителен и не превышает 1 % его общих запасов на водосборе.

За счет динамичных процессов водного переноса и естественного распада концентрации цезия-137 в больших и средних реках значительно уменьшились. Основным фактором снижения концентрации цезия-137 в поверхностных водах указанных рек является значительное уменьшение смыва радионуклида с поверхности водосбора, связанное с уменьшением количества его обменных форм в почвах.

С целью изучения процессов миграции радионуклидов в почве функционирует сеть ландшафтно-геохимических полигонов (ЛГХП).

В настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась. В почвах различной степени гидроморфности происходит уменьшение линейной скорости миграции той части радионуклидов, которая мигрирует вглубь почвы с потоком влаги в составе коллоидных частиц (конвективный перенос). Если в первые годы после аварии на Чернобыльской АЭС конвективный перенос играл заметную роль в перераспределении мобильной части радионуклидов по вертикальному профилю почв, то в настоящее время основным механизмом, который обуславливает миграцию, является диффузия. В связи с этим наблюдается стабилизация параметров вертикальной миграции, линейная скорость перемещения цезия-137 за наблюдаемый период (с 1993 г.) в различных типах почв практически сравнялась и составляет 0,20–0,35 см/год. Аналогичные тенденции, хотя и меньшей степени, характерны и для стронция-90.

Это объясняется тем, что большая часть радионуклидов, выпавших на поверхность почвы и вступивших во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, находится в фиксированной форме, что не позволяет цезию-137 проникать вглубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами. Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы) также обуславливает снижение интенсивности миграционных процессов. Основная доля радионуклидов цезия-137 и стронция-90 находится в верхнем корнеобитаемом слое почвы.

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглись лесные массивы на значительной территории Гомельской области. В лесах отмечается постепенное (до 2 % в год) снижение мощности до-

зы гамма-излучения, обусловленное радиоактивным распадом, миграцией радионуклидов вглубь почвы.

Постепенно снижается содержание цезия-137 в деревьях основного яруса и их частях (древесине, коре, ветвях с хвоей), а также в деревьях подроста и подлесочных породах.

Среди растений живого напочвенного покрова максимальное накопление цезия-137 установлено для мхов и папоротников.

В настоящее время территория лесного фонда в зонах радиоактивного загрязнения составляет 1,84 млн га, или 19,6 % общей площади лесного фонда республики. На леса Гомельской области приходится 1,2 млн га, или 63 % площади загрязненных лесов. Ежегодно площадь загрязненных лесов уменьшается (в среднем на 2,6 %), что устанавливается на основании результатов натурального радиационного обследования лесных кварталов на площади 240–260 тыс. га (15 % всей загрязненной территории лесного фонда).

Таким образом, общей тенденцией изменения радиационной обстановки является постепенное снижение плотности загрязнения. Основными факторами, обуславливающими снижение степени загрязнения, являются естественный распад радионуклидов, миграция радионуклидов в почве и их фиксация. Естественный распад – основной фактор, снижающий уровень загрязнения. Общая площадь загрязнения радиоцезием постепенно уменьшается. К 2050 году прогнозируется существенное сокращение количества населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения.

УДК 631.67

Р.М. МУЗЫКА

Украина, г. Ровно, Национальный университет водного хозяйства
и природопользования
E-mail: muzon4ik@ukr.net

АГРОМЕЛИОРАТИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЙМЫ Р. ИКВА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ЕГО ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Река Иква – один из притоков р. Стырь, которые вместе относятся к бассейну р. Припять, а с ней – к бассейну Днепра. Берет начало с Кременецко-Гологорской возвышенности и дальше протекает через Малое Полесье, юго-западную часть Подольской возвышенности к впадению в р. Стырь на Полеской низменности на территории Волынской области.

На территориях, прилегающих к пойме, и у самой поймы сформировались такие агромелиоративные (производственные) группы почв:

I. Почвы поверхностного увлажнения – дерново-подзолистые и оподзоленные поверхностно оглеенные – на прилегающих к пойме слабосточных равнинах. Они преимущественно средне- и тяжелосуглинистого гранулометриче-

ского состава, характеризуются кислой или слабокислой реакцией, неблагоприятными физическими и физико-химическими свойствами для роста растений.

II. Глубокосуглинистые и тяжелосуглинистые почвы – на поймах, почвообразовательный процесс в которых происходит под постоянным воздействием подпочвенных вод. Наиболее распространенные в лесостепной части поймы. Это почвы, богатые на органические вещества, характеризуются глубоким гумусовым профилем, слабокислой или же щелочной реакцией.

III. Дерново-подзолистые и дерново-глеевые почвы легкого гранулометрического состава. Почвы этой группы характеризуются низкой буферностью к отдельным элементам плодородия – питательным веществам, влажности, кислотности, окислительно-восстановительному потенциалу. Здесь следует выделить дерново-глеевые, глеевые почвы на карбонатных породах (лучные мергели, известняки) и дерново-глеевые суглинистые на суглиннисто-глинистых безкарбонатных породах.

Значительную площадь среди гидроморфных почв в пойме р. Иква занимают торфяные (органогенные) почвы. Они распространены преимущественно в полеской и лесостепной частях поймы. В большинстве это низинные торфяники. Они занимают частично пойму реки, ее прadolину, притеррасные снижения. У лесостепной и верхней части течения реки эти почвы сформировались в условиях богатого водно-минерального питания под влиянием поверхностных аллювиальных, делювиальных и подпочвенных вод, растений-торфообразователей (ольха, лоза, камыш, осока, рогоз, хвощ, гипновые мхи). Зольность этих почв в основном высока, рН почвенного раствора от 5 до 8, содержание азота 1,5–4,0 %, фосфора – 0,2–0,8 %, калия – 0,05–0,50 %. Сравнительно с минеральными почвами характерная особенность торфяных – их богатство азотом и бедность минеральными элементами питания растений, в частности калием. Этим почвам свойственна высокая влагоемкость и в то же время и связывание воды, то есть они характеризуются ее высоким мертвым запасом.

Поскольку в 50–70 годы XX в. задание увеличения валовых сборов растениеводства решалось в производственных условиях, в основном за счет расширения площадей посевов, вся пойма р. Иква с этой целью была гидротехнически мелиорированная. Это коренным образом изменило эколого-ландшафтные функции русла, поймы и бассейна данной реки в целом. На мелиорированных землях предполагалось и практически внедрялось на фоне регулируемого водно-воздушного режима почв применять минеральные удобрения, лучные, лугопастбищные севообороты. Это давало возможность на протяжении некоторого времени в 2–3 раза увеличить урожайность и валовые сборы растительной продукции на них (о чем свидетельствует опыт таких хозяйств, как КСП «Прогресс» с. Тараканов, КСП «Украина» с. Верба, КСП «Нива» с. Шепетын и других).

Влияние осушения и освоения на свойства и продуктивность гидротехнически мелиорированных почв не всегда было и остается позитивным, особенно по характеру их использования. В последнее время оно приобрело черты исключительно выгонно-пастбищного. Без обработки, удобрения почвы поддаются непрерывному вытаптыванию, уплотнению и, как следствие, – деградации.

Вторичные изменения основных свойств гидротехнически мелиорированных минеральных и органоминеральных почв, преимущественно водно-физических, изучались нами полевыми и лабораторными методами, обобщением литературных и фондовых данных. Они свидетельствуют, что на минеральных почвах, сравнительно со свойствами исследуемых до их гидротехнических мелиораций, на смену свойств этих почв влияет способ их использования.

Под пашней: гранулометрический состав верхнего горизонта заметно изменяется в сторону облегчения над дренажной или же на 5 м от нее. Его изменения более значительные для дерново-подзолистой почвы и менее для дерново-карбонатной оглеенной. На легких почвах эти изменения усиливаются.

Под сенокосом: вынос (перемещение) мелких частиц из верхних в нижние горизонты почвенного профиля меньше, чем под пашней, а по величине и интенсивности его изменения – малозаметный.

«Стихийное» пастбище: объемная масса верхнего горизонта, вынос (перемещение) мелких частиц почвы по-разному складывается в зависимости от степени увлажнения почвы (величины и отдаленности, времени выпадения осадков). Наиболее выражены эти показатели связываются (коррелируют) с гранулометрическим составом твердой фазы, оглеением твердой фазы.

Изученные процессы связаны с изменениями объемной массы и плотности твердой фазы на фоне дренажа, влагоемкости, водоотдачи, водопроницаемости – во времени, вследствие нерегулирования дренажных систем, изменения аэробных условий на анаэробные, увеличение (или уменьшение) некапиллярной пористости из-за облегчения (утяжеления) гранулометрического (агрегатного) состава почв, коэффициентов фильтрации разных почв под влиянием видов их сельскохозяйственного использования.

Эти и другие изменения показателей свойств почв поймы р. Иква, как и в ее бассейне в целом, проявляются все больше со временем их сельскохозяйственного использования, особенно при смене форм собственности на землю и хозяйствования на ней. Они еще недостаточно изучены, но не могут быть упущены при разработке и внедрении практических мероприятий по сбережению и повышению плодородия исследуемых почв.

УДК 551.248.2(476)

**Л.А. НЕЧИПОРЕНКО, А.К. КАРАБАНОВ, А.В. МАТВЕЕВ,
А.П. ИВАНЕНКО, А.В. ГАВРИЛОВ**

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси,
Геофизическая экспедиция РУП «Белгеология»

E-mail: nature@ecology.basnet.by; geoexp@belgeologiya.by

О МОНИТОРИНГЕ РАДОНА В ПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ В РАЙОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Одним из компонентов геодинамического мониторинга геологической среды, входящим в геохимический мониторинг покровных отложений, является показатель газовых эмиссий почвенного воздуха, в частности радона. На протяжении нескольких лет мониторинг современной динамики земной коры по изменениям концентраций радона в почвенном воздухе осуществлялся в районе строительства Белорусской АЭС, где выполнялись исследования по семи основным пунктам режимной сети РУП «Белгеодезия» (№№ 992, 424, 343, 419, 291, 297, 781) и на тринадцати промежуточных точках (№ 1–13) в рамках 4 циклов (таблица). Проведены также дополнительные контрольные наблюдения содержания радона в IV квартале 2011 г., с учетом значительной разбежки показаний и их зависимости от погодных условий.

Радонометрия выполнялась радонометрами РРА-01М «Альфарад» (№№ 99207, 86504) по методике, согласованной с ЦМПИИ ГП «ВНИИФТРН». Поровый воздух отбирался с глубины 0,5–0,7 м из шпуров, которые подготавливались вручную ломом на глубину до 0,6–0,8 м. Зонд воздухозаборника устанавливался в сухой шпур, устье которого хорошо герметизировалось. Затем воздух из зонда переводился в воздушный пробоотборник при помощи специального ручного насоса. Номер пикета и время отбора пробы наносились на пробоотборник, который использовался при последующем измерении.

В процессе измерения объемной активности радона, которое длилось 40–60 минут (ОАР), выполнялись следующие операции:

– в течение 10–20 минут при помощи встроенной микровоздуходувки измерительная камера радиометра очищалась от остатков эманации предыдущей пробы до уровня < 20 Бк/м³;

– отобранная проба воздуха в течении 4 минут перемешивалась между пробоотборником и измерительной камерой РРА (режим «Pump»), при этом особое внимание уделялось осушке пробы воздуха с помощью патрона – осушителя с реагентом CaCl₂; измерение ОАР в пробе проводилось в интегральном режиме (Integral) с периодом 1 мин. 5 раз;

– полученные результаты заносились в журнал измерений.

Затем цикл повторялся. Обработка результатов измерений заключалась в расчете ОАР по формуле:

$$Q_n = (Q \cdot (1 + \frac{V_2}{V_1}) - Q\delta \cdot \frac{V_2}{V_1}) \cdot \exp(\lambda \cdot t)$$

Таблица – Результаты измерений объемной активности радона по циклам, Бк/м³

№№ точек		Цикл № 1			Цикл № 2			Цикл № 3			Цикл № 4		
основные	проме- жуточные	99207	86504	среднее	99207	86504	среднее	99207	86504	среднее	99207	86504	среднее
992		19247	20458	19853	10505	10645	10575	17528	10296	13912	7893	5698	6796
	1	15714	11776	13745	10379	14783	12581	12903	18599	15751	10340	10809	10575
	2	15235	12807	14021	10968	14212	12590	16706	6951	11829	5148	11164	8156
424		7942	4393	6168	6178	9025	7602	5567	4201	4884	5881	2103	3992
	3	8940	10744	9842	13438	710	7074	12859	10779	11819	14849	7557	11203
343		17186	13769	15478	17517	16478	16998	6300	8006	7153	10186	10418	10302
	4	22626	17328	19977	8157	11800	9979	18046	4352	11199	11812	12207	12010
	5	2722	10103	6413	792	677	735	1609	6269	3939	1855	425	1140
	6	16999	15453	16226	3384	18856	11120	9458	8629	9044	12137	2190	7164
	7	9216	3449	6333	4475	8320	6398	5666	10838	8252	9822	58	4940
	8	7601	7371	7486	8400	16140	12270	20000	20000	20000	1284	139	712
419		14276	8851	11564	16855	14264	15560	19099	14602	16851	18007	9055	13531
	9	17522	12096	14809	2337	6683	4510	10335	5174	7755	5925	11723	8824
291		16596	14217	15407	6675	13040	9858	12165	11799	11982	17963	16717	17340
	10	22257	15761	19009	14970	9818	12394	10412	18343	14378	11106	10482	10794
297		17423	17824	17624	13212	19590	16401	8758	9672	9215	16497	10622	13560
	11	11652	24681	18167	17522	4807	11165	13335	8367	10851	19025	2072	10549
	12	9469	8792	9131	11332	17824	14578	16491	15190	15841	13190	16388	14789
	13	13945	12510	13228	8725	12481	10603	5886	15033	10460	15389	6293	10841
781		7623	10034	8829	2083	4020	3052	6858	20000	13429	214	9602	4908

где: Q – ОАР по показаниям РРА, Бк/м³; Q_f – фоновое значение ОАР, принятое 10 Бк/м³; V_2 – объем измерительной камеры радонметра ($V_2 = 1,6$ л); V_1 – объем пробы в пробоотборнике ($V_1 = 1,05$ л); t – время от отбора пробы до измерений, мин; λ – постоянная распада Rn-222 ($\lambda = 1,26 \cdot 10^{-4}$ мин⁻¹).

Погрешность определения ОАР согласно методических рекомендаций ВНИИФТРИ по этой методике не превышает $\delta Q_n = \pm 30$ % при ОАР от 150 до 30 000 Бк/м³.

Как показали выполненные исследования, оценка радоновых аномалий, свойственных различным типам газопроницаемых разломных зон, весьма актуальна при решении подобных инженерно-геологических задач. Вариации значений объемной активности радона в почвенном воздухе за период наблюдений находятся в пределах, обусловленных составом четвертичных отложений, залегающих на территории проведения режимных наблюдений. Аномалий, обусловленных активностью возможных разломных зон, не выявлено. Территория Центрального блока, в пределах которого начато строительство инженерных сооружений АЭС, по данным радонометрических наблюдений, отличается достаточно стабильным геодинамическим режимом.

УДК 622.014

А.В. ПОРУНОВ

Россия, г. Москва, ИПКОН РАН

E-mail: Alles_po@mail.ru

ДИНАМИКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОТ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ЗА ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРА

Мерой техногенного воздействия является нагрузка, представляющая собой степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом или отдельные её компоненты. Количественным показателем воздействия на каждый природный ресурс, как показали исследования ИПКОН РАН, являются отклонения физических значений количества ресурса от его исходных значений, которые могут явиться результатом как непосредственного, так и опосредованного потребления ресурса. Одним из главных источников опосредованного потребления ресурсов почв являются выделения пыли в рудных карьерах от производимых массовых взрывов.

Имеющийся научный задел недостаточен для достижения экологически безопасного состояния окружающей среды. Существующая нормативная база не соответствует составу воздействий на окружающую среду, увеличению масштабов и темпам нарастания их интенсивности, а также степени экологической опасности. Методическое и информационное обеспечение решения экологических проблем фрагментарно, а сами проблемы в своём большинстве имеют лишь

локальную содержательную постановку, не соответствуют системному характеру экологических последствий. Не разработаны критерии оценки экологической безопасности освоения недр.

В настоящее время отсутствует оценка роста нагрузки на почвенный покров от выбросов пыли при взрывных работах за время эксплуатации карьера и её зависимость от частоты взрывных работ.

Расчёты применялись к условиям разработки Лебединского карьера в период с 1959 по 1987 г.

При расчете приземной концентрации дисперсный состав пыли при массовых взрывах в железорудных карьерах принимался нами исходя из результатов исследований, проводившихся ранее ВНИИБТГ.

Расчёт нагрузки на почвенный покров производился по нескольким вариантам частоты производства взрывных работ в карьере (1 взрыв в месяц, 2 взрыва в месяц и 3 взрыва в месяц).

Результаты расчётов представлены на рисунках 1 и 2.

При ежегодном одинаковом объёме взрываеваемой горной массы различная частота производства взрывных работ существенно влияет на нагрузку на почвенный покров. Наименьшую нагрузку имеет вариант при частоте взрывов 1 раз в месяц.

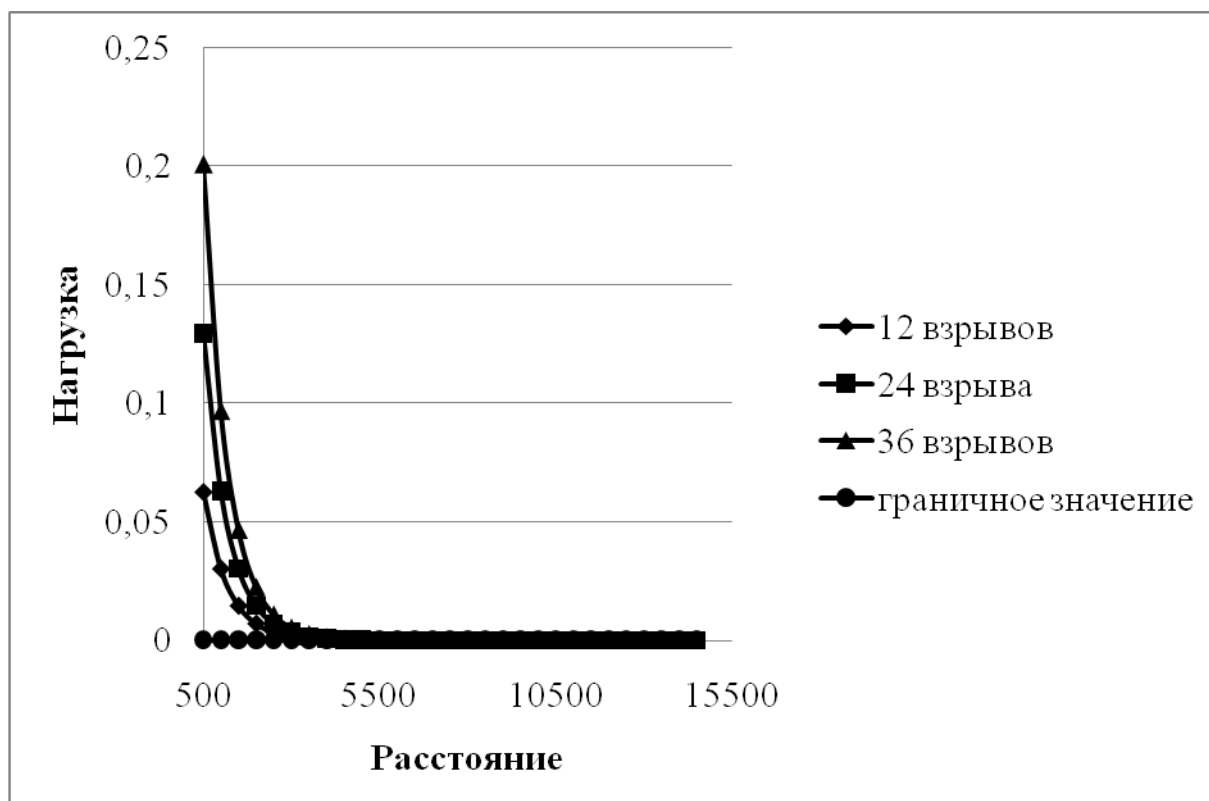


Рисунок 1 – Динамика техногенной нагрузки на почвенный покров за 29 лет

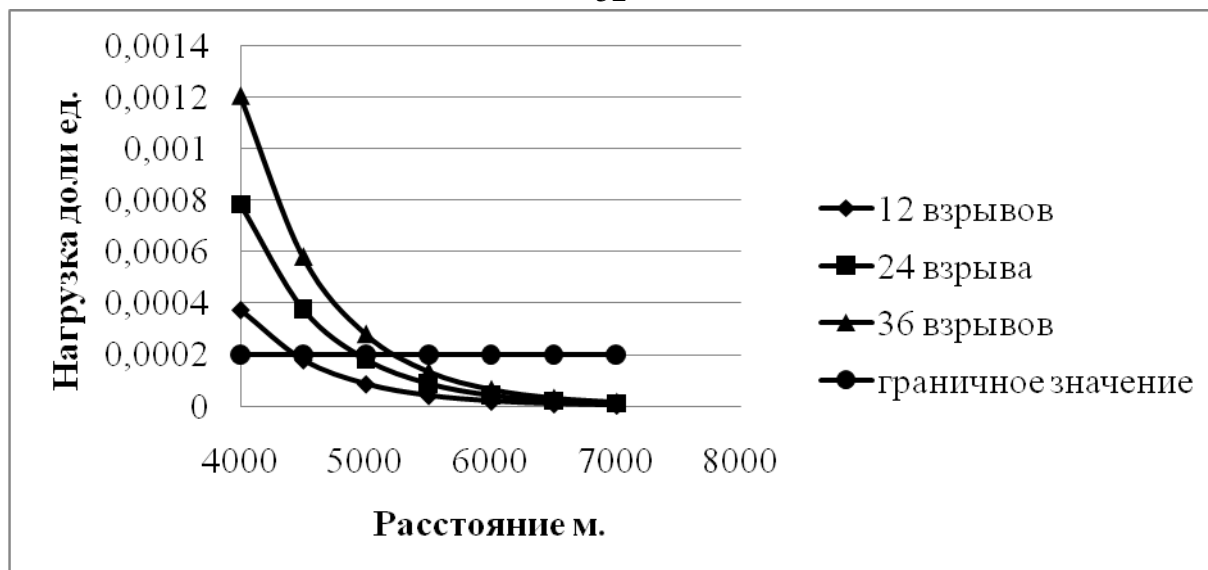


Рисунок 2 – Динамика техногенной нагрузки на почвенный покров за 29 лет

УДК 504. 502.7

А.Н. ПРИЩЕПА

Украина, г. Ровно, НУВХП

E-mail: allaecko@online.ua

МОНИТОРИНГ АГРОСФЕРЫ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ УРБОСИСТЕМ

Города являются наименее сбалансированными и наиболее уязвимыми к действию антропогенных факторов. Загрязнение городской среды формирует значительные экологические воздействия на прилегающую к городу территорию, в частности агросферу. Сегодня наименее исследованными являются изменения агросферы в зоне влияния урбосистем, отсутствуют система принципов и способов организации исследований этих процессов, теоретическое обоснование и практическое воплощение мониторинга окружающей среды на локальных территориях.

Актуальным является вопрос разработки методологии оценки кризисных явлений агросферы в зоне влияния урбосистем (ЗВУ) и формирования системы показателей, которые включены в систему мониторинговых наблюдений за изменениями этих территорий.

Исследования показали, что для аграрных регионов сеть городских поселений представлена одним большим городом, как правило, областным центром, который имеет малоразвитые связи с другими городами и тесные связи с прилегающей к ним сельской местностью. Пространственное развитие урбанизации в этом случае происходит за счет изменения агросферы прилегающих территорий, привлечения новых территорий в сферу влияния городов и расширения ареалов

урбанизированной среды. Агросфера зоны влияния урбосистем – это пространственная исторически сложившаяся социо-экономико-экологическая система, которая функционирует в пределах территории, подвергается воздействию урбосистем и характеризуется определенным типом развития, степенью использования природных ресурсов, типом ландшафтно-территориальных комплексов и функциональными взаимосвязями.

Агросфера зоны влияния урбосистемы – это многофункциональная система, которая постоянно взаимодействует с урбосистемой, характеризуется отсутствием четких границ, достаточно выраженной пространственной организацией и такой функциональной структурой, в которой отражены в той или иной мере городские и сельские особенности. Комплексная оценка агросферы ЗВУ сводится к обоснованию отбора наиболее информативных показателей, характеризующих социо-экономико-экологическую подсистемы с учетом влияния урбосистемы и выбора типа и правила нормирования этих показателей.

Оценку агросферы ЗВУ проводят с помощью системы экологических, социально-институциональных, экономических индикаторов (базовых показателей), которые агрегируют в макро-показатели (агрегированные показатели), характеризующие родственные компоненты подсистем и интегрированные показатели, характеризующие отдельные подсистемы агросферы ЗВУ. В основу такого алгоритма положена процедура постепенного «свертывания» значений индикаторов нижнего и промежуточных уровней с использованием формул среднего геометрического произведения соответствующих показателей. Для оценки состояния базовых, макро- и интегральных показателей используют унифицированную шкалу от 0 (критического) до 1 (эталонного) состояния. При формировании базовых показателей необходимо приводить индикаторы к нормированному виду, в пределах от 0 до 1. Нормирование базовых значений проводят относительно минимальных $N(\min)$ и максимальных $N(\max)$ показателей. При этом за максимальные положительные и минимальные негативные показатели следует брать значения базовых показателей, которые соответствуют лучшим для агросферы, или по нормативам, предложенным учеными. Нормативные значения индикаторов, которые выше предельных значений, определяются экспертным путем.

Нормирование показателей осуществляется следующим образом: 1) как отношение разности между значением показателя и минимальным показателем к разнице между максимальным и минимальным значением – для показателей, увеличение значения которого улучшает состояние или повышает качество 2) как отношение разности между максимальным показателем и значением показателя к разнице между максимальным и минимальным значением – для показателей, увеличение значения которого ухудшает состояние или ухудшает качество.

Эта нормализация позволит использовать определенные физические показатели, имеющие различные интерпретации.

Выбор показателей для мониторинговых исследований проводят в зависимости от функций подсистем агросферы. Базовые показатели должны не только отображать состояние подсистем, но и в будущем обеспечить отслеживания изменения экологического, социального, экономического состояния агросферы ЗВУ.

Социальная подсистема агросферы СНП отражает обеспечение качества жизни сельского населения и интегрирует вопросы здравоохранения, образования, безопасности, народонаселения (демографические процессы) и социальной инфраструктуры. В основу аналитического исследования социального развития агросферы СНП положена система показателей (индикаторов) местной статистической отчетности, которые объединены в агрегированные социальные показатели: защищенности жизненного уровня населения; демографические; инфраструктурные; обеспеченности человеческими и интеллектуальными ресурсами. К основным базовым показателям этой подсистемы относим: 1) демографические (рождаемость, смертность, естественный прирост, количество населения), характеризующие сельское население и условия его развития, включая миграционные потоки; 2) показатели, характеризующие состояние социальной и инженерной инфраструктуры и позволяющие проводить мониторинг доступности базовых социальных услуг для сельского населения.

В группу экономических агрегированных показателей целесообразно включить: показатель доходов, жилищного и транспортного обеспечения населения сельской местности, безработицу.

В основу исследований социо-экономико-экологического функционирования агросферы положена система базовых показателей региональной и местной статистической отчетности сельских населенных пунктов. Эти показатели динамично изменяются, поэтому их необходимо отслеживать ежегодно.

К экологической подсистеме, которая представлена 18 базовыми показателями, относим: качественное состояние почвенного покрова, загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и питьевых вод.

Экологическую устойчивость почвы определяем по данным агрохимического мониторинга, отслеживая показатели: содержание гумуса, кислотность почвы, содержание азота, фосфора, калия. Санитарно-гигиеническое состояние почвы определяем согласно системе показателей: плотности загрязнения почвы цезием-137, стронцием-90 (последствие катастрофы на Чернобыльской АЭС), наличия подвижных форм тяжелых металлов, пестицидов. Оценку использования территории проводим по показателям: % пашни от общей площади земель, % застроенной территории. Качество питьевых вод отслеживаем по процентному несоответствию питьевой воды нормам по химическим и бактериологическим показателям.

Принимая во внимание тот факт, что качество атмосферного воздуха в сельской местности инструментально измерять нецелесообразно, показатель качественного состояния атмосферного воздуха оцениваем по наличию стационарных и передвижных источников загрязнения. К ним относим стационарные промышленные объекты, их класс опасности, автозаправочные станции, полигоны бытовых отходов, дороги международного, национального, регионального значения, которые проходят через сельские населенные пункты. При оценке экологического состояния поверхностных вод принимаем во внимание наличие водного объекта в населенном пункте и качество воды в нем. Качество воды определяется на основании гидрохимического мониторинга поверхностных вод в

установленных створах наблюдения, в зависимости от категории водного объекта, по стандартным методикам.

Таким образом, предлагаемая система показателей позволяет проводить мониторинг социо-экономико-экологического состояния агросферы зоны влияния урбосистемы. Кроме этого, для получения постоянной информации о состоянии окружающей среды нужно организовать единую систему экологического мониторинга в городе и в зоне его влияния, она должна быть создана как информационно-аналитическая система, предназначенная для обеспечения современного научно-технического уровня сбора, обработки и передачи необходимых данных для оперативного управления экологической, социальной, экономической ситуацией. Основной целью создания единой информационной системы является прогнозирование образования благоприятных условий для сохранения здоровья и благосостояния населения, формирования системы экологического и социально-экономического менеджмента с целью реализации концепции устойчивого развития крупных городов. Система экологического мониторинга должна объединить отдельные субъекты мониторинга на основе единого нормативного, организационного, методологического и метрологического обеспечения. В дальнейшем нужно создать Центр оперативного мониторинга города, а также опорный пункт мониторинга, к которому должна поступать информация в реальном масштабе времени по уровням загрязнения атмосферного воздуха на постах контроля, расположенных среди жилой застройки, которые будут оснащены автоматизированными приборами контроля и передачи данных.

УДК 551.3

Г.И. РУДЬКО¹, А.В. НЕЦЬКИЙ¹, М.А. БОНДАРЬ²

Украина, г. Киев, ¹ГКЗ Украины, ²Государственная экологическая академия последиplomного образования и управления

E-mail: rudko@dkz.gov.ua, lexey-1@ukr.net

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Г. КИЕВА И СРЕДНЕГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Проблема обеспечения безопасности жизнедеятельности населения и функционирования объектов в районах развития опасных природных и техноприродных процессов является одной из основных социально-экологических проблем современности. Природные условия Украины благоприятны для распространения и интенсивного проявления экзогенных геологических процессов (ЭГП), которые контролируются тектоническим и сейсмическим режимом территории, особенностями геологического и геоморфологического строения, гидрогеологическими, климатическими, гидрологическими, палео- и современными условиями.

В Украине проявления аномальных гидрометеорологических явлений последних лет (интенсивная солнечная активность, изменения количества атмосферных осадков, интенсивные наводнения и т.д.) существенно повлияли на состояние геологической среды, которая подвергается воздействию оползневых геосистем.

По данным государственного мониторинга экзогенных геологических процессов (ЭГП) на территории Украины зафиксировано более 23 000 оползней, количество которых изменяется за счет ликвидации (срезание, очистка) или слияния отдельных близкорасположенных оползневых объектов или вследствие образования новых.

В 2013 г. значительной динамики оползневые смещения достигли в центральной части Черкасской, Киевской областей, г. Киеве, где доминирующими в развитии оползней являются техногенные факторы. Количество проявлений оползневого процесса, по сравнению с 80-ми годами прошлого века, увеличилось почти на 60 %, а площадь распространения – на 75 %.

В г. Киеве оползневые процессы развиты в двух зонах: Приднепровской (правый коренной склон долины Днепра и приустьевые части оврагов и балок) и Городской (долина р. Лыбидь и ее овражно-балочная сеть).

Проявление оползней в г. Киеве и Среднем Приднепровье способствует быстрым деформациям и разрушениям объектов, негативно влияет на безопасность зданий и сооружений, функционирование хозяйственных объектов и территории в целом. С целью предупреждения и минимизации последствий развития ЭГП требуется дальнейшее развитие научных основ системы мониторинговых наблюдений за ЭГП в условиях возрастания техногенной нагрузки на геологическую среду.

Мониторинговые исследования носят комплексный характер и включают в себя следующие виды исследований: геологические, геоморфологические, гидрогеологические, инженерно-геологические, геофизические, гидрологические, метеорологические, почвенные, геоботанические, эколого-экономические.

Использование современных информационных технологий (ГИС, ДДЗ), организация и создание постоянно действующих моделей геологической среды оползнеопасных территорий являются необходимыми элементами развития системы мониторинга и прогнозирования оползневых процессов в различных техноприродных условиях.

УДК 553.04

Г.И. РУДЬКО, А.В. ПАНИБРАЦКАЯ

Украина, г. Киев, ГКЗ Украины

E-mail: panibratska@ukr.net

**МОНИТОРИНГ И НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В УКРАИНЕ**

Мониторинг как инструмент информационного обеспечения и контроля изменений окружающей природной среды прочно внедрился в современную практику управления природными ресурсами. Качество информационного обеспечения в значительной степени определяет оперативность и эффективность управления природными ресурсами. Во многих случаях неактуальная или неточная информация о состоянии природных ресурсов в условиях сложного взаимодействия экологических, экономических и социальных аспектов природопользования ограничивает возможности институтов управления природными ресурсами по принятию обоснованных решений.

Качественное информационное обеспечение управления природными ресурсами, организация получения актуальных данных про состояние природных ресурсов на постоянной основе для обеспечения адекватной реакции субъекта управления на изменения в окружающей природной среде на современном этапе обеспечивается путем создания постоянно действующих мониторинговых систем, функционирующих циклично. Каждый цикл функционирования системы мониторинга, как правило, состоит из четырех последовательных стадий: 1 – наблюдение, сбор, передача, первичная обработка и накопление информации; 2 – оценка состояния объекта по результатам накопленной информации; 3 – прогноз развития объектов; 4 – разработка рекомендаций по управляющим воздействиям.

Мониторинг природных ресурсов в Украине является подсистемой мониторинга окружающей среды и, в свою очередь, в зависимости от объекта и территориального охвата характеризуется различными направлениями и территориальной специализацией. Новым направлением мониторинга природных ресурсов в Украине является мониторинг и научное сопровождение (МиНС) недропользования.

Разработка и внедрение системы мониторинга и научного сопровождения недропользования в Украине инициированы на государственном уровне и направлены на: 1 – обеспечение информационной модернизации системы управления государственным фондом недр; 2 – создание условий для эффективного и рационального использования минеральных ресурсов; 3 – снижение рисков развития опасных природных и природно-техногенных процессов.

Геологическое изучение и разработка месторождений полезных ископаемых на территории Украины может осуществляться только на основании специальных разрешений на пользование недрами (лицензий). Обязательной частью разрешения является соглашение об условиях пользования недрами с про-

граммой работ пользователя недр, определяющие правила и стандарты использования конкретного участка недр, качество продукции и работ, технологии добычи и переработки полезных ископаемых, последовательность, объемы и сроки выполнения работ, в т.ч. прекращение деятельности, с целью предотвращения негативных экологических последствий и обеспечения безопасности застроенных территорий.

МиНС – это системное регулярное наблюдение за объектом недропользования и выполнением условий, предусмотренных специальным разрешением на пользование недрами и соглашением об условиях пользования недрами; оценка состояния, моделирование и прогнозирование изменений геологической среды; консультативно-методическое обеспечение всех этапов, стадий и видов работ, предусмотренных программой работ пользователя недр, разработка научно обоснованных рекомендаций по их оптимизации, оказание помощи пользователю недр в соблюдении требований законодательных и нормативно-правовых актов, методических рекомендаций, инструкций, стандартов, технических регламентов, других общегосударственных и отраслевых нормативных документов.

Объектом МиНС является: 1 – участок недр, определенный в специальном разрешении и соглашении об условиях пользования недрами; 2 – все виды работ, предусмотренные программой работ пользователя недр; 3 – изменения геологической среды в зоне ожидаемого воздействия работ по использованию недр.

Финансовое обеспечение проведения МиНС недропользования объектного уровня осуществляется за счет владельцев сперазрешений. Государственная комиссия Украины по запасам полезных ископаемых является специализированным предприятием, прошедшим аккредитацию в Государственной службе геологии и недр Украины на проведение мониторинга и научного сопровождения недропользования. Развитие МиНС в ГКЗ Украины осуществляется в восьми основных направлениях: 1 – МиНС добычи нерудных полезных ископаемых, 2 – МиНС геологического изучения нерудных полезных ископаемых, 3 – МиНС добычи подземных вод, гидроминерального сырья и лечебных грязей, 4 – МиНС геологического изучения подземных вод с опытно-промышленной эксплуатацией, 5 – МиНС добычи каменного угля, 6 – МиНС добычи руд черных и цветных металлов, 7 – МиНС геологического изучения руд черных и цветных металлов, 8 – МиНС геологического изучения руд черных и цветных металлов с опытно-промышленной эксплуатацией.

Согласно разработанной специалистами ГКЗ Украины концепции результатом мониторинга и научного сопровождения является создание объектных постоянно действующих моделей на основе данных мониторинговых наблюдений, картографических и статистических баз геоинформационной системы для подготовки управленческих решений и передачи недропользователю. На основе этого недропользователь принимает решение о детализации системы наблюдений с полнотой, достаточной для исключения негативных последствий развития природных и природно-техногенных процессов.

Развитие и внедрение мониторинга и научного сопровождения недропользования как нового вида работ и направления научной деятельности закономерно сопровождается возникновением отдельных проблемных вопросов и трудностей.

Их решение требует совершенствования методической базы МиНС и создания единого информационного пространства относительно представления полученных результатов, что направлено на интегрирование информации, полученной в ходе выполнения работ по МиНС недропользования объектного уровня, использование, сравнение и анализ результатов для разработки и реализации государственной политики в сфере рационального использования и охраны недр.

Постановка и решение подобных задач необходимы и в сфере организации мониторинга природных ресурсов в целом. Их цель – согласование функционирования отдельных покомпонентных мониторинговых систем (которые, как правило, носят ведомственный характер), интеграция и комплексная обработка данных, полученных разными методами и системами мониторинга природных ресурсов, организация открытого доступа к информации об изменениях окружающей природной среды.

УДК 631.445.15(476.7)

Л.Н. РЯБОВА

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: ryabova@nature.basnet.by

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ КОНТРАСТНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

По геохимическим показателям почвенный покров Брестской области относится к двум педогеохимическим провинциям Беларуси – центральной (северная часть области) и южной (Полесской). К центральной провинции относятся почвы Барановичского, Каменецкого, Пружанского и север Ляховичского районов. Почвообразующими породами здесь являются донно-моренные, конечно-моренные суглинки и супеси, лессовидные супеси, флювиогляциальные и древнеаллювиальные пески. Большая часть почвенного покрова Брестской области – около 74 % – относится к южной провинции. Среди почвообразующих пород здесь преобладают флювиогляциальные, древнеаллювиальные и озерные песчаные, реже супесчаные отложения, широкое распространение получили торфяники, в основном низинного типа.

Почвы формируются под влиянием дернового, подзолистого и болотного процессов. На водосборах Днепровско-Бугского канала и по среднему течению р. Ясельда встречаются дерново-карбонатные почвы, формирующиеся в условиях выпотного водного режима в зонах разгрузки напорных кальций-насыщенных вод (карбонатно-солончаковый процесс). Такие почвы, как правило, образуют сочетания с дерново-глеевыми и торфяно-глеевыми почвами. В Брестском и Малоритском районах встречаются бурые и серые лесные почвы.

В геохимическом отношении почвенный покров довольно сложен, т.к. содержание химических элементов в почвах контролируется литологическими особенностями почвообразующих пород, рельефом (и микрорельефом), уровнем

залегания грунтовых вод и многими другими факторами, которые изменяются на относительно небольших по площади территориях. При этом формируется сложное сочетание почвенных разностей с неоднородной, а иногда и контрастной геохимической обстановкой и широким разбросом данных по содержанию в них химических элементов. Полученные данные по средним содержаниям химических элементов в почвах, не затронутых техногенезом (таблица), рассчитывались с учетом их концентраций в каждом генетическом горизонте. Почвы, сформированные на песках, отличаются низким содержанием органического углерода (0,5–2,4 %), кислой реакцией среды, невысоким содержанием обменных оснований. Они обеднены по отношению к кларкам для почв Беларуси всеми микроэлементами за исключением циркония, геохимический ряд в песчаных почвах имеет следующий вид:

$Zr (1,2) > Mn, Pb, Ti (0,8) > Co, Cr (0,6) > Zn (0,5) > Cu, Ni (0,4) > V (0,3)$.

Почвы, приуроченные к зонам развития супесчаных и суглинистых отложений, характеризуются повышенным содержанием органического углерода (1,5–3,5 %), обменных оснований и емкости поглощения. Эти почвы по отношению к кларкам для почв Беларуси характеризуются следующими показателями: $Co (1,2) > Mn (1,1) > Pb, Ti, Cr (1,0) > Cu, Zn (0,7) > Ni, V (0,6) > (0,4) > Zr (0,5)$

Следует отметить, что средние концентрации элементов в почвах различных районов значительно отличаются от средних содержаний в целом по Брестской области. Так, в Брестском, Кобринском, Малоритском и Жабинковском районах в почвах отмечаются наименьшие концентрации микроэлементов. Почвы Березовского, Дрогичинского и Ивановского районов, напротив, характеризуются более высокими средними содержаниями элементов, что связано с особенностями литологии геоморфологического района Загородье.

На неоднородность геохимических показателей почв огромное влияние оказывает промышленное и сельскохозяйственное производство. Геохимические исследования почвенного покрова в 2012 г. Брестской области выявили превышение ПДК нитратов в 9,5 % отобранных образцов, сульфатов – 5,2 %, содержание хлоридов выше 100 мг/кг – 11 %. Среди тяжелых металлов наиболее приоритетным загрязнителем почв является цинк, его содержание выше санитарных норм зарегистрировано в 6,8 % от всех проб.

Концентрация нефтепродуктов в почвах городов Брестской области колеблется в пределах от 7,4 до 156,64 мг/кг, в промышленных зонах этот показатель может достигать 6709,44 мг/кг.

Содержание фенолов в почвах г. Бреста колеблется в широких пределах – от не обнаружено до 0,144 мг/л, СПАВ – от не обнаружено до 0,62 мг/л, в почвах районных центров фенолы встречаются редко, их содержание – 0,003 мг/л, СПАВ – менее 0,025 мг/л.

Наиболее мощным локальным источником загрязнения почвенного покрова в сельской местности нефтепродуктами, СПАВ, фенолами и тяжелыми металлами являются машинно-тракторные дворы.

Таблица 1 – Содержание химических элементов в фоновых почвах Брестской области

Почва	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Pb	Ni	Cr	V	Cu	Mn	Ti	Zr
	%						мг/кг							
Дерново-подзолистая песчаная на водно-ледниковых отложениях. (n=14)	94,9	2,9	0,6	0,3	0,6	0,2	8,6	7,2	9,9	9,1	9,1	70,4	640	231
Дерново-подзолистая песчаная на моренных отложениях (n=8)	89,7	4,5	2,4	0,6	1,5	0,2	8,7	8,2	10,0	12,0	14,5	85,5	1016	408
Дерново-подзолистая супесчаная на моренных отложениях (n=12)	87,5	3,0	2,7	3,4	2,2	0,2	10,8	12,8	12,5	15,7	13,0	213,5	685	208
Дерново-карбонатная (n=24)	70,5	1,6	4,6	10,8	0,7	0,2	14,0	11,1	10,3	10,7	9,9	576,7	935	271
Дерново-карбонатная выщелоченная (n=18)	86,5	3,4	1,9	1,8	0,7	0,2	13,2	19,7	10,2	21,2	15,5	152,3	1104	297
Бурая лесная (n=12)	90,5	2,7	1,9	3,6	0,6	0,2	10,4	11,3	12,3	10,3	10,1	162,9	698	207
Аллювиальная дерновая песчаная на древнеаллювиальных отложениях. (n=8)	93,2	2,6	0,6	0,4	0,6	0,01	5,2	4,0	2,6	3,6	13,3	30,0	106	173
Аллювиальная иловато-перегнойно-глеевая (n=12)	84,2	7,7	1,6	1,2	1,2	0,4	10,0	5,0	3,8	14,5	11,3	41,5	1010	233
Аллювиальная иловато-торфяно-глеевая (n=14)	86,7	5,2	2,9	3,7	1,0	0,3	22,0	32,2	13,2	38,8	23,2	170,0	1442	346
Аллювиально-болотная на маломощных торфах (n=12)	<u>92,3</u>	<u>3,3</u>	<u>1,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,8</u>	<u>0,1</u>	<u>10,0</u>	<u>6,3</u>	<u>5,7</u>	<u>19,0</u>	<u>1,8</u>	<u>73,3</u>	<u>817</u>	<u>287</u>
	82,5	2,9	1,3	0,4	0,7	0,09	8,9	5,6	5,1	17,0	1,6	65,5	730,4	256,6
Торфяно-болотная низинная на маломощных торфах (n=14)	<u>94,1</u>	<u>3,0</u>	<u>0,7</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>	<u>0,1</u>	<u>13,5</u>	<u>10,0</u>	<u>17,0</u>	<u>15,5</u>	<u>19,5</u>	<u>80,0</u>	<u>950</u>	<u>445</u>
	71,9	2,3	0,5	0,5	0,5	0,08	10,3	7,6	13,0	11,8	14,9	61,1	725,8	340,0
Торфяно-болотная низинная на среднемощных торфах (n=16)	<u>53,5</u>	<u>9,5</u>	<u>3,8</u>	<u>27,8</u>	<u>0,9</u>	<u>1,6</u>	<u>25,3</u>	<u>12,8</u>	<u>30,8</u>	<u>45,3</u>	<u>26,8</u>	<u>695,0</u>	<u>1650,0</u>	<u>248,0</u>
	34,9	6,3	2,5	18,1	0,6	1,0	16,5	8,3	20,1	29,5	17,5	453,1	1075,8	161,7
Торфяно-болотная низинная на мощных торфах (n=17)	<u>41,8</u>	<u>3,8</u>	<u>14,7</u>	<u>38,4</u>	<u>0,8</u>	<u>0,7</u>	<u>24,6</u>	<u>37,9</u>	<u>58,4</u>	<u>54,1</u>	<u>70,1</u>	<u>403,8</u>	<u>2043,8</u>	<u>331,9</u>
	14,8	1,3	5,2	13,6	0,3	0,2	8,7	13,3	20,7	19,2	24,8	143,3	725,5	117,8
Торфяно-болотная верховая (n=8)	<u>80,3</u>	<u>6,0</u>	<u>1,2</u>	<u>1,7</u>	<u>1,2</u>	<u>1,7</u>	<u>65,5</u>	<u>11,4</u>	<u>6,9</u>	<u>21,8</u>	<u>24,7</u>	<u>287,0</u>	<u>1554</u>	<u>198</u>
	10,3	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	8,4	1,5	0,9	2,8	3,2	36,7	198,9	25,3

Примечание: в числителе – % на золу, в знаменателе – % на сухое вещество

УДК. 528.8.04

А.В. СОКОЛОВСКАЯ

Украина, г. Киев, ГУ «ЦАКИЗ» ИГН НАН Украины

E-mail: ania1331@ukr.net

**МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ МЕТОДАМИ
СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Современный этап развития человеческой цивилизации отличается тем, что человек стал реальной силой, способной изменить ход природных процессов как в локальном, так и глобальном масштабах. Высокая концентрация промышленных предприятий и автомобильного транспорта на урбанизированных территориях, наличие искусственных сооружений и покрытий нарушают условия функционирования природных систем, что приводит к загрязнению и деградации природной среды и возникновению экологических ситуаций разной степени сложности и зон экологического риска. Для разработки мер по снижению последствий техногенного воздействия необходимо создание оперативных и текущих методов контроля и прогноза развития экологического состояния городов. Среди существующих современных методов наиболее перспективными являются космические методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), с помощью которых в режиме реального времени выполняют мониторинг исследуемых территорий. Полученная таким образом информация используется для моделирования различных сценариев перспективного развития территории городов, разработки долгосрочных прогнозов и накопления статистических данных динамики изменений экологического состояния городских территорий.

Задача в представленной работе заключалась в оценке экологического состояния антропогенно измененной территории (на примере г. Киев) и исследовании динамики изменений составляющих урболандшафтов, которые имеют непосредственное влияние на экосистему, с использованием методов системного анализа.

Развитие крупных городов во многом происходит за счет преобразования и более рационального использования внутренней структуры без расширения границ городской территории. В результате вытесняется зеленая зона, происходит уплотнение территории застройкой, увеличивается численность населения и соответственно транспорта, что, безусловно, сказывается на экологическом состоянии городской среды. Площадь территории под застройкой в г. Киеве увеличилась более чем на 15 % от общей площади города за период с 1984 г. по 2011 г. и непосредственно за счет уменьшения зеленых насаждений, а также застройки прибрежной зоны реки Днепр. Вместе с увеличением площади застройки увеличивается общий показатель загрязнения атмосферного воздуха приблизительно вдвое, что показывает непосредственное увеличение автотранспорта, который является главным загрязнителем воздуха (примерно 83,4 % всех вред-

ных выбросов в атмосферу). Именно эти факторы и обуславливают выбор города Киева как объекта исследования.

В ходе исследования были использованы спутниковые данные «Landsat 7/ETM +», «Landsat 5 TM», а именно выбраны и обработаны 16 снимков за период 1984 по 2011 г. А также для более детального выделения составляющих урбандшафтов использовались снимки высокого разрешения QuickBird.

Для обработки и интерпретации материалов ДЗЗ были использованы ПП Erdas Imagine и ArcGIS, а также специализированная программа, разработанная в нашем центре. Статистические данные изменения площадей исследуемых ландшафтов получены на основе автоматической классификации и расчетов «спектральных индексов» (нормализованного разностного индекса растительности NDVI и нормированного водного индекса NWI). Автоматическая классификация выполнялась методом неконтролируемой классификации кластеров (Iso Cluster Unsupervised Classification).

Для оценки динамики составляющих урбандшафта, включая техногенную нагрузку, были использованы алгоритмы метода многокритериальной оптимизации, которые состоят из следующих этапов: введение функции близости сравниваемых величин a и b , вычисления оценки для функции близости – S и функции соответствия – F_j . Эта функция описывает степень совпадения значений сравниваемых величин. Например, сравниваются такие величины, как составляющие урбандшафта за все исследуемые годы за период 1984–2011 гг. относительно их состояния в 1984 г.

$$F_j(a, b) = \sum_{j=1}^n \rho_j(a_j, b_j) [1 - S_j(a_j, b_j)] \quad (1)$$

где: $\rho_j(a_j, b_j)$ – весовые коэффициенты, $j = 1 - n$.

Близость значения параметра a к параметру b определяется с помощью функции близости - для следующих случаев:

$$\begin{aligned} S_j(a_j, b_j) &= (\bar{a}_j - b_j) / \bar{a}_j, \text{ для случая } b_j < \bar{a}_j; \\ S_j(a_j, b_j) &= (b_j - \bar{a}_j) / b_j, \text{ для случая } b_j > \bar{a}_j \end{aligned} \quad (2)$$

Тогда классификация процессов или объектов может быть формализована как задача многокритериальной оптимизации m критериев, каждый из которых выступает как функция соответствия характеристики b параметру a .

На основе дешифрирования и анализа космических изображений г. Киева за период 1984–2011 гг. были получены основные составляющие урбандшафта: техногенная нагрузка, зеленые насаждения, застройка, пустыри и строительные площадки, водоемы. Экологическое состояние города оценивалось на основе комплексного индекса загрязнения атмосферы (К), значения которого получены наземной оценкой экологического состояния воздуха ЦГО. В качестве техногенной нагрузки использовались значения CO_2 , полученные сенсором AIRS космического аппарата Aqua. В связи с отсутствием космической информации за весь период исследований 1984–2011 гг. использовались значения CO , полученные на основе информации наземных измерений ЦГО (коэффициент корреляции спутниковых и наземных измерений составляет порядка 0,9). Для вычисления F_j соглас-

но уравнению (1) необходимо учитывать значения весовых коэффициентов ρ_{j_i}, a_{j_i} для каждой составляющей урболандшафта. Была проделана экспертная оценка влияния каждой составляющей на экологическое состояние городской территории. Также была проведена оценка корреляции между значениями функции F_I и экологическим состоянием города – критерием E (где $E = I/K$) за период 1990–2011 гг. Результаты вычислений показали, что функция соответствия F_I характеризует экологическое состояние города с вероятностью $R = 0,85$.

Анализ изменений полученных значений показывает, что с 1988 г. происходит плавное увеличение показателей функции F_I , а с 1990 г. значения E и F_I начинают уменьшаться. Учитывая, что в конце прошлого века техногенная нагрузка на городскую территорию стремительно росла, тенденцию уменьшения E и F_I можно объяснить как отражение ухудшения экологической ситуации в городе.

На примере исследования г. Киева обоснована возможность использования информации космического геомониторинга для оценки экологического состояния мегаполисов путем интегрального определения структуры составляющих урболандшафтов (включая некоторые геоэкологические факторы), вычисления функции соответствия, которая имеет корреляционную взаимосвязь с наземной оценкой экологического состояния городской территории с вероятностью 0,85, что вполне достаточно для оперативного контроля экологического состояния территории на основе космического геомониторинга.

УДК 502; 574 /47. 9245/

С.А. ТАРИХАЗЕР

Азербайджан, г. Баку, Институт географии имени академика Г.А. Алиева
Национальной академии наук Азербайджана
E-mail: zernura@rambler.ru

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ УСТОЙЧИВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

В географическом отношении область Большого Кавказа в пределах Азербайджана представлена различными типами ландшафтов: от полупустынных и сухостепных до горно-лесных, горно-тундровых и скально-нивальных. В пределах исследуемого региона имеются различные виды природных ресурсов: топливно-энергетические (нефть, газ и др.), полиметаллы, химическое сырье, лесные, водные, строительные материалы и др. Разнообразны и рекреационные ресурсы – песчаные пляжи Каспийского моря, горнолыжный комплекс Шахдагского национального парка, исторические маршруты, наличие грязевых вулканов, разнообразие минеральных вод и мн. др. К настоящему времени в области Большого Кавказа сложились различные типы природопользования: лесопользование, сельскохозяйственное землепользование, горнопромышленное, водополь-

зование, транспортное, селитебное, рекреационное, природоохранное и др. Причем в отдельных районах этой области многие однородные типы природопользования имеют различные структуры, устойчивость и эффективность. В то же время и региональные и государственные интересы сходятся в том, что общей проблемой и целью является достижение устойчивого природопользования в пределах всей области.

Воздействие природных и антропогенных факторов на геосистему Большого Кавказа, которые или препятствуют и замедляют достижение устойчивого природопользования, или могут стать причиной его нарушения в последующем, можно характеризовать как региональные угрозы устойчивому природопользованию. В азербайджанской части Большого Кавказа в целом можно выделить следующие региональные угрозы и риски устойчивому природопользованию: лесные пожары, наводнения, длительное накопление нерационального природопользования (лесо-, водо-, землепользования), техногенные аварии и катастрофы с критическим воздействием на водную, земельную и воздушную среду, длительное нарушение, загрязнение окружающей среды (жидкими и твердыми отходами) и др. В природной области Большого Кавказа проживает 3927,8 тыс. человек, т.е. около 44 % населения Азербайджана. За последние десятилетия большие по площади территории области находятся на той или иной стадии активных антропогенных изменений, формируя здесь весьма сложную и в целом неблагоприятную экологическую обстановку, высокую степень динамики и неустойчивости природопользования, а в ряде случаев – обширные зоны критических и катастрофических преобразований природной среды. В результате преобразований природных систем Большого Кавказа здесь сложились разнообразные структуры природопользования (СПП). Следовательно, исследуемая территория требует существенных (как региональных, так и государственных) усилий, направленных на улучшение, т.е. оздоровление экологической обстановки и переход от процессов нескоординированной СПП к формированию устойчивой СПП в области. По нашему мнению, этому должно предшествовать выявление и анализ глобальных, а также региональных опасностей и рисков устойчивого природопользования на Большом Кавказе в целом.

К глобальному риску относится потепление климата. Еще 100 лет назад площадь горных ледников Азербайджана составляла 10 км², а сейчас общая площадь ледников, подвергающаяся сокращению, небольшая – около 6,6 км². Усилились процессы опустынивания ландшафтов, ветровой эрозии, обмеления водоемов и водостоков и др. Но особенно широк ряд региональных опасностей и рисков – это трансформация природных экосистем под воздействием хозяйственной деятельности человека: рубка лесов, пожары, перевыпас скота, развитие сельского хозяйства, загрязнение вод, коренное преобразование в результате селитебного, транспортного и промышленного строительства.

Большие региональные опасности и риски представляют периодически повторяющиеся во многих реках наводнения. Например, в октябре 2010 г. из-за проливных дождей поднялся уровень воды в реках (на 103 см) Балакенчай, Умбулчай, Талачай, Мухахчай, Курмухчай, Кишчай Балакенд-Загатальской зоны.

Были затоплены дороги, жилые дома, в водоканалы смыло несколько автомобилей. 22 июня 2011 г. из-за ливневых дождей наводнения произошли на реках Туррианчай, Агчай, Хамачай, Курмухчай. Были затоплены электрические столбы. 23 июня 2011 г. опять же из-за ливневых дождей реки вышли из берегов и затопили селения Галаджыг, Истису, Чайговушан, Буйнуз. Был нанесен ущерб хозяйственным объектам и жилым домам, приостановлена подача электроэнергии. И таких примеров множество. По данным Национального департамента гидрометеорологии Министерства экологии и природных ресурсов Азербайджана в высокогорных речных бассейнах в 2012 г. воды и снега намного больше по сравнению с многолетней нормой и по сравнению с 2011 г. Например, норма водности на реках северо-восточного склона Большого Кавказа (Губа-Хачмазская зона) – 110–122 %, а на южном склоне Главного Кавказского хребта (зоны Балакенд – Шеки и Огуз – Гябля) – 110–162 %.

На Большом Кавказе селевые процессы развиты во всех ландшафтно-геоморфологических зонах – от низкогорий до высокогорья. Большое количество населенных пунктов с огромным количеством жителей, расположенных в бассейнах селеносных рек, постоянно подвержены угрозе селей. Например, в июле 2004 г. в Шекинском районе Азербайджана на участке конуса выноса р. Кишчай селевыми потоками были размыты автодороги и участок железнодорожного пути Баку – Балакенд. Были снесены опоры электропередач и связи. 14 мая 2011 г. селевыми потоками р. Гирдыманчай были затоплены 14 сел Исмаиллинского района. Разрушены заборы, дороги и около 10 мостов.

В природной области Большого Кавказа оползневые явления распространены весьма широко и наносят значительный ущерб экономике страны. Например, оползни 7 марта 2000 г. в г. Баку нанесли ущерб в размере 50 млн долларов. Образование оползней обусловлено рядом причин, главными из которых являются чередование пластов пород с различной водопроницаемой способностью, залегающих нередко с крутым падением; проявление деятельности подземных и поверхностных вод на склонах, ведущих к изменению механического и гидродинамического состояния пород; нарушение равновесия залегающих горных пород на склонах, в результате которого происходит смещение большого объема вязкой массы вниз по склонам. Оползни как селевые очаги в горно-луговом ландшафтном поясе приурочены к склонам северной и северо-восточной экспозиций. Они заметно сокращают площади горных лугов и увеличивают оголенные, сильно деградированные, потенциально геодинамически опасные участки. Например, из 32,40 км² общей площади бассейна р. Кишчай в этом поясе пораженные этим явлением обнаженно-деградированные участки занимают около 14 км². Они являются готовыми селевыми очагами со значительным объемом рыхлообломочного материала. В том же ландшафтном комплексе бассейна р. Шинчай из общей площади 55,6 км² и бассейна р. Курмухчай – 70,9 км² оголенные участки с различными типами и особенностями оползневых и селевых очагов составляют соответственно около 24 км² и 44 км².

Серьезной опасностью устойчивому природопользованию в регионе являются рубка лесов и лесные пожары. Например, 14 августа 2010 г. в сс. Гямзяли и

Бум Гябялинского района выгорело 5 тыс. га леса; 19 августа 2010 г. в Загатальском национальном парке выгорело 5 га леса и др. Пожары в значительно большей степени, чем рубки леса или сельскохозяйственные преобразования земель, приводят к комплексным разрушениям экосистем, вовлекая в эти процессы практически все их компоненты, но главным образом крайне отрицательно сказываясь на их биологическом разнообразии. Леса, сохранившиеся на Ганых-Айричайской впадине в виде островов, свидетельствуют о покрытии этих территорий в прошлом лесным ландшафтом. Однако в настоящее время в результате вырубki лесов 60–70 % территории характеризуется как антропогенный ландшафт.

Ухудшается экологическая обстановка и в прибрежной зоне Каспийского моря. В результате усиления хозяйственного и рекреационного освоения резко осложнилась экологическая обстановка в данном регионе – ветровая эрозия, опустынивание, засоление почв, деградация растительного покрова. В связи с этим деградировались и нарушились равнинные и предгорные полупустынные и сухостепные, а также низинно-лесные и лесо-кустарниковые экосистемы. Засоление почв и бесхозяйственное использование земель на Самур-Девичинской низменности усилили развитие плоскостной и линейной эрозии. Низкогорные зоны Большого Кавказа, а также Гобустан подвержены интенсивному бедлендовому и овражному расчленению, формированию глинистого карста и др. Сложившаяся неблагоприятная экологическая обстановка обусловила снижение продуктивности природных экосистем и их восстановительного потенциала. Негативные демографические процессы затрагивают не только городское, но и сельское население, что также является угрозой устойчивому природопользованию в регионе. Существует вполне реальный риск сохранения таких отрицательных тенденций, если не изменится политика в отношении региональной СПП, а именно: восстановление экopotенциала этих геокомплексов, проведение экологической экспертизы на уровне схем освоения и проектов реализации, разработка программы устойчивого развития всего региона и организации постоянно действующей системы мониторинга природопользования.

УДК 550.3(07)

В.С. ХАДЫЕВА

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: geophys@brsu.brest.by

МЕСТО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В настоящее время экологические проблемы превалируют над всеми другими проблемами современности, поэтому без эффективной системы мониторинга и оценки состояния окружающей среды невозможно решать стратегические задачи устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности.

В общей системе экологического мониторинга важное место занимает геофизический мониторинг, который основан на изучении природы, структуры, неоднородности, временной изменчивости естественных (космических и земных) и искусственных (антропогенно-техногенных) физических полей (*гравитационного, магнитного, теплового, электромагнитного, сейсмического и радиационного*) и их отклонений от нормы.

С помощью геофизического мониторинга исследуются сложные геодинамические природные и техногенные процессы, которые происходят на Земле и в космосе: падение метеоритов и космической пыли, изменение солнечной активности, извержение вулканов, землетрясения, перемещение тектонических плит, образование трещин, оползней, обвалов, загрязнение почв, горных пород и подземных вод различными отходами и пр.

Одно из современных направлений геофизического мониторинга – исследование *техногенного физического загрязнения геосфер* [3]. Основными видами такого загрязнения являются *шумовое, вибрационное, тепловое, электрическое, электромагнитное, радиационное*.

Источником *шумового* загрязнения является наземный, подземный, воздушный транспорт, промышленные предприятия, строительные машины, механизмы.

Вибрация, или динамическое, механическое воздействие на среду, создается многочисленными и разнообразными источниками, наиболее значимыми из которых являются движущиеся транспортные средства, оборудование промышленных предприятий, строительные машины и механизмы, техническое оборудование зданий и инженерных сооружений. Воздействие поля вибрации непосредственно на грунтовые массивы может приводить к изменению рельефа поверхности, снижению механической прочности пород или, наоборот, к их уплотнению. Длительное вибрационное воздействие способно вызывать оползни, обвалы, проседание поверхности.

Источниками *теплового* загрязнения могут служить горячие цеха, тепло-трассы, метро, обогреваемые подземные сооружения, сбросы горячих вод в реки и открытые водоемы и др. С другой стороны, охладителями грунтовой толщи могут являться установки, используемые для промораживания грунтов при

строительстве, подземные хранилища сжиженного газа и др. Воздействие теплом или холодом на грунтовую толщу создает предпосылки для формирования тепловых куполов под большими городами, способствует проявлению таких экзогенных геологических процессов, как термопросадки, термокарст, деградация многолетней мерзлоты, образование наледей.

Электрическое загрязнение окружающей среды блуждающими токами создается разными источниками, например, электрифицированными железными дорогами, различными энергоустановками. Оно способствует электрохимической коррозии заземленных металлических и бетонных конструкций, потере их несущей способности, приводит к более быстрому выходу из строя подземных коммуникаций, в том числе различных трубопроводов.

Электромагнитное полевое загрязнение создается источниками тока промышленной частоты (50 и 400 Гц), а также неионизирующими излучениями (радиорелейными, радиоволновыми и телевизионными в диапазоне 0,100 МГц – 300 ГГц). Реальная опасность облучения электромагнитным полем для людей еще недостаточно изучена. Однако в полосе шириной 60–90 м под высоковольтными линиями электропередач и в пределах прямой видимости радио- и телепередающих антенн и особенно антенн радиолокаторов возможно опасное электромагнитное облучение.

Источниками естественного *радиационного поля* являются космические лучи и ионизирующее излучение природных радиоактивных веществ, содержащихся в почве, горных породах, воде, воздухе. К естественному радиационному фону добавляется *техногенное ионизирующее излучение*, поступающее в окружающую среду от строительных материалов с повышенной радиоактивностью, от складированных отходов атомного производства и т. п. Корпускулярное ионизирующее излучение (альфа- и бета-излучение) земного, естественного и искусственного происхождения имеет ограниченный радиус действия (от нескольких сантиметров в породах до нескольких метров в воздухе) и по этой причине играет меньшую, хотя и наиболее опасную роль в формировании радиоактивного загрязнения окружающей среды. Существенным фактором радиационного воздействия на все виды животного и растительного мира является гамма-излучение, распространяющееся на большие расстояния и обладающее высокой проникающей способностью. Действие гамма-излучений зависит от интенсивности источника излучения и от расстояния до него. Вблизи земной поверхности мощность дозы естественного ионизирующего излучения варьирует от 3 до 25 мкР/ч. В условиях промышленно-городских агломераций этот фон может несколько увеличиваться за счет излучения строительных материалов (бутового и облицовочного камня, гранитного щебня и т. п.), используемого бытового газа и водопроводной воды.

Проведение многократных геофизических измерений в течение длительного времени позволяет получать пространственно-временные характеристики источников техногенного физического загрязнения.

В Республике Беларусь геофизический мониторинг является составной частью Национальной системы мониторинга окружающей среды [2] и проводится по следующим направлениям:

сейсмический мониторинг, который представляет собой систему непрерывных круглосуточных наблюдений за сейсмическими событиями естественного и искусственного происхождения;

геомагнитный мониторинг, включающий периодические наблюдения за геодинамическими процессами на полигонах и непрерывные стационарные наблюдения за текущим состоянием геомагнитных полей;

мониторинг гравитационного поля Земли;

радиационный мониторинг.

В целом методы геофизического мониторинга имеют много преимуществ по сравнению с другими методами экологического мониторинга. Они являются дальнедействующими, обеспечивающими равномерность, объемный характер получаемой информации и практически неограниченную глубинность [1]. При этом производительность геофизических работ очень высокая.

Геофизический мониторинг обладает эксплуатационной гибкостью. Измерения могут быть проведены в космическом пространстве, на суше и на море, в заболоченных и покрытых лесом местах, на снегу и на льду, в городских условиях, где затруднено применение других методов мониторинга.

Технология большинства геофизических методов не оказывает воздействия ни на изучаемые объекты, ни на окружающую среду, поэтому геофизические работы могут выполняться на особо охраняемых природных территориях, в охранных историко-археологических зонах.

Геофизические методы экологического мониторинга современны и являются мощным инструментом ускорения научно-технического прогресса, так как они наиболее восприимчивы к новым достижениям науки и техники в связи с использованием компьютеризированных измерительных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геофизика : учебник / под ред. В.К. Хмелевского. – 2-е изд. – М. : КДУ, 2009. – 320 с.
2. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / под общ. ред. С.И. Кузьмина, В.В. Савченко. – Минск : Бел НИЦ «Экология». – 2011. – 308 с.
3. Основы экологической геофизики / В.И. Трухин [и др.]. – СПб. : Лань, 2004. – 384 с.

УДК 504.064.2:631.4

О.Е. ЧЕЗЛОВА¹, А.А. ВОЛЧЕК²

Беларусь, г. Брест, ¹Полесский аграрно-экологический институт

НАН Беларуси, ²БрГТУ

E-mail: olgachezlova@tut.by, volchak@tut.by

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОРОШЕНИЯ СГЦ «ЗАПАДНЫЙ»

Земледельческие поля орошения (ЗПО) являются специализированными мелиоративными системами, предназначенными для использования подготовленных сточных вод на орошение и удобрение земель и для осуществления естественной биологической их доочистки. Сточные воды (СВ) животноводческих комплексов имеют высокое органическое и микробное загрязнение. В связи с этим необходима интегральная оценка экологического состояния ЗПО, его мониторинг для предупреждения загрязнения природных экосистем. Такой мониторинг подразумевает комплексный систематический контроль загрязнений атмосферного воздуха, природных вод, почв и растениеводческой продукции.

Целью данного исследования явилось выявление особенностей микробиологического мониторинга почв ЗПО, орошаемых СВ животноводческих комплексов на примере КСУП «СГЦ «Западный».

В КСУП «СГЦ «Западный» имеется крупный комплекс по выращиванию свиней на 67,210 тыс. голов. Ежедневно на предприятии образуется около 1000 м³ СВ. С 2012 года на территориях ЗПО данного хозяйства начала работу Омега – оросительная установка фирмы Hydro-Air (Германия). Дождевание проводилось осветленными стоками в соответствии с рекомендованными специалистами фирмы нормами. Проведенные совместно с немецкими коллегами анализы почвы на азот, фосфор, магний, калий, величину рН на орошаемых участках, а также почвы участков сравнения показали хорошие параметры обеспечения растений основными питательными веществами. Однако микробиологические показатели почвы определены не были. С 2013 года кроме наблюдения за химическим загрязнением стал осуществляться микробиологический контроль, что является важной составной частью комплексного мониторинга земель ЗПО.

На участках полей, выделенных под орошение сточными водами, в апреле, сразу после схода талых вод, были отобраны пробы почвы с целью проведения санитарно-бактериологического исследования. Определялись следующие показатели: титры бактерий группы кишечной палочки, энтерококков, сульфит-редуцирующих клостридий и патогенных энтеробактерий родов *Salmonella* и *Shigella*. Результаты этого исследования отражены в таблице.

Таблица – Содержание санитарно-показательных бактерий в почвах ЗПО СГЦ «Западный»

Санитарно-	Норма для	Участок 1	Участок 2
------------	-----------	-----------	-----------

бактериологические показатели почвы	почв	(кукуруза)	(однолетние травы)
Титр БГКП, г	1 и выше	0,001	0,01
Титр энтерококков, г	1 и выше	0,1	0,1
Титр сульфитредуцирующих клостридий, г	0,01 и выше	0,01	0,01
Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	0	0	0

Анализ данных показал, что почву обоих участков ЗПО можно отнести к категории загрязненных (титр БГКП участка 1 составил 0,001, а участка 2 – 0,01 при норме 1 и выше; титр энтерококков обоих участков составил 0,01 при норме 1 и выше). Титры сульфитредуцирующих клостридий соответствовали норме. Ни в одном из исследуемых образцов почвы патогенные бактерии обнаружены не были. Полученные данные следует считать предварительными и требующими дополнительного уточнения, т.к. на участках долгое время стояла вода, а поблизости находится телятник.

На данный момент ведение микробиологического мониторинга почв осуществляется в системе: почва – почвенно-грунтовые (дренажные) воды – растения. Контролем служат земельные участки, на которые ранее не вносились отходы животноводческих комплексов, не проводился выпас скота и имеющие одинаковый природный, по отношению к опытным, состав почвы. Отбор проб почвы осуществляется по стандартным методикам [1; 2]. В связи с однородным рельефом на каждые 20 га исследуемых земель была намечена к отбору проб одна пробная площадка размером 5×5 м. С одной пробной площадки составляют 10 объединенных проб. Каждая объединенная проба состоит из 3 точечных проб массой от 200 до 250 грамм каждая. Точечные пробы отбирают послойно с глубины 0–5, 5–20 см. При необходимости исследования более глубоких слоев пользуются шурфом глубиной до 1 метра или буром. Для изучения влияния орошения животноводческими стоками на процессы самоочищения почвы пробы отбираются перед началом орошения за 1–7 суток (фон), спустя 2–3 дня после внесения и далее через 2 и 4 недели, а затем 1 раз в месяц до окончания вегетационного периода. При неоднократном использовании стоков (более 2 раз за вегетационный период) пробы отбираются за 1–2 дня до и спустя 2–3 дня после каждого полива, а затем 1 раз в месяц до конца вегетационного периода. Изучение динамики процессов самоочищения при многолетнем орошении сточными водами проводится вначале по схеме первого года, а далее – весной следующего года перед началом орошения, что дает возможность оценить адекватность создаваемых нагрузок.

При санитарно-бактериологической оценке почвы определяются следующие показатели: титр лактозоположительных кишечных палочек (колиформы), титр энтерококков, титр сульфитредуцирующих клостридий, титр патогенных энтеробактерий родов *Salmonella* и *Shigella*. При изучении динамики процессов самоочищения почвы определяется ее ферментативная активность, токсичность

к микроорганизмам, общая численность почвенных сапрофитных бактерий, количество термофильных бактерий [1].

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы. Микробиологический мониторинг необходимо проводить в системе почва – почвенно-грунтовые воды – растения в соответствии с частотой поливов. Хотя мониторинг почв земледельческих полей орошения СГЦ «Западный» позволил выявить положительные стороны орошения сточными водами, однако, кроме оценки физических и химических параметров, необходимо учитывать бактериологическое загрязнение, т.к. даже до начала орошения почвы по этому показателю не соответствовали норме (титр БГКП был от 0,001 до 0,01 при норме 1 и выше, а титр энтерококков – 0,1 при норме 1 и выше).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы санитарно-микробиологических исследований почвы: инструкция 4.2.10-12-9-2006 : утв. Пост. Гл. гос. санитар. врача 29 мая 2006 г., № 67. – Минск, 2006. –32 с.
2. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02 – 84. – Введ. 01.01.86. – М., 1984. – 8 с.

УДК 631.461

Н.Э. ЭЛЛАНСКАЯ

Украина, г. Киев, НБС имени Н.Н. Гришко НАН Украины

E-mail: ellanskaya@bk.ru

БИОМОНИТОРИНГ КАК СОСТАВНАЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

Охрана окружающей природной среды и рациональное использование земельных ресурсов предполагает наличие информации об их состоянии и изменении под влиянием антропогенного влияния, которую можно получить только при условии длительных наблюдений и анализов. Для управления почвенными процессами необходима организация систематического контроля за теми основными показателями плодородия почвы, изменения которых наиболее вероятны. Ряд авторов [1; 2] считают, что биоиндикационные показатели, а среди них именно микробиологический компонент, обязательно должны быть включены в систему экологического мониторинга агроценоза.

Способность почвенных микроорганизмов быстро реагировать даже на незначительные изменения окружающей среды дает возможность использовать их для индикации состояния биогеоценозов. Анализ качественных изменений структуры микробного ценоза (общее количество и состав), соотношение численности отдельных эколого-трофических групп микроорганизмов, определяющих ряд микробиологических коэффициентов, ферментативные реакции, разви-

тие свободноживущей азотфиксирующей бактерии *Azotobacter chroococcum* – все это может служить не только индикатором аллелопатического почвоутомления и токсичности почвы, но также ее плодородия.

В Национальном ботаническом саду имени Н.Н. Гришко НАН Украины в отделе аллелопатии уже более 30 лет ведутся исследования по изучению влияния антропогенной нагрузки на микробные сообщества почв природных и искусственных биогеоценозов. Большой интерес в этом отношении представляет коллекция сирени, которая была заложена еще в 1948 г. На площади 2,4 га представлена самая большая в Украине коллекция видов рода *Syringa* L.: 21 вид, 130 сортов, 11 декоративных форм и более 40 гибридов [3]. Поэтому целью нашей работы было изучение микробиологического и аллелопатического состояния прикорневой почвы некоторых сортов сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) в зависимости от длительности их культивирования.

В качестве объектов были выбраны сорта «Людвиг Шпет», «Мадам Лемуан» и «Весталка», посаженные в 1948 и 1977 гг. Образцы прикорневой почвы отбирали в фазы цветения и листопада растений на глубине 0–30 см. Контролем служила почва длительного пара. Микробиологические анализы проводили методом посева почвенных суспензий соответствующих разведений на агаризованные питательные среды по общепринятым в почвенной микробиологии методикам [4]. Аллелопатические исследования проводили методом прямого биотестирования почвы [5]. Статистическая обработка данных проведена при помощи пакета программ Microsoft Excel 2007.

Проведенные исследования влияния длительности культивирования различных сортов сирени на микробиоту почвы показали, что значительный возраст кустов не играет существенной роли в распределении микроорганизмов основных таксономических групп. Так, численность микромицетов превалировала в прикорневой почве сорта «Людвиг Шпет» 1977 г. посадки и сортов «Мадам Лемуан» и «Весталка» – 1948 г. Аналогичная картина наблюдалась и в распределении неспоровых бактерий. Колебания численности споровых бактерий в большей мере зависело от сорта и фенологических фаз растений. Необходимо отметить возрастание количества всех исследуемых групп микроорганизмов в осенний период, когда в почве происходит распад растительных остатков. Мы не выявили существенного отличия в численности микроорганизмов разных систематических групп в прикорневой почве разновозрастных растений и контроле.

Развитие азотобактера в меньшей степени зависело от возраста растений, чем от фенологических фаз. Весной, в период цветения сирени, численность азотобактера была невысокой. В почвенных образцах сортов «Людвиг Шпет» и «Весталка» (1948 г.) обрастание комочков почвы на среде Эшби культурой *Azotobacter chroococcum* составляло 68 и 41 % соответственно.

Наиболее чувствительными к длительности выращивания сирени оказались актиномицеты – их численность преобладала именно под старыми кустами всех опытных сортов. Так, например, в почве сорта «Весталка» 1977 г. посадки в фазу цветения их количество было на уровне контроля и составляло 71,8 тыс. КУО, а 1948 г. посадки – в 9 раз больше (975,3 тыс.). В период листопада эта

разница составляла 2 раза. Как известно, актиномицеты не только являются индикаторами плодородия почвы, но значительное их количество может вызывать почвоутомление.

Аллелопатический анализ прикорневой почвы показал, что ее фитотоксичность под растениями различных сортов сирени возрастала при увеличении длительности их выращивания на 20–40 %, особенно в конце вегетации. Это можно объяснить аккумуляцией растительных выделений на протяжении вегетационного периода, а также поступлением органических веществ при деструкции растительных остатков, что согласуется с повышением численности микроорганизмов в этот период.

Таким образом, в результате нашей работы выявлено, что динамика численности микробиоты прикорневой почвы различных по возрасту растений сирени в большей степени зависит от сорта, фенологических фаз, интенсивности физиологических процессов, происходящих в растении, и в меньшей – от длительности культивирования. Мы не установили существенного отличия в количественном составе микроорганизмов разных систематических групп в прикорневой почве разновозрастных растений и контроле. Вероятно, микробоценоз, сформировавшийся в ризосфере растений сирени 60- и 30-летнего возраста, существенно не отличается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дабахов, М.В. Биохимические методы оценки экологического состояния почв / М.В. Дабахов. – Агрехимический вестник. – 2005. – № 2. – С. 20–22.
2. Яппаров, А.Х. Оптимизация ведения экологически сбалансированного земледелия с учетом микробиологического мониторинга / А.Х. Яппаров, И.А. Дегтярова. – Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: теория и практика : материалы 2 Межд. науч.-практ. конф. – Казань, 2012. – Ч. 2. – С. 491–494.
3. Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка : Наук.-довід. вид. / за ред. Т.М. Червченко. – К. : Архетип, 2005. – 96 с.
4. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2005. – 256 с.
5. Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов / А.М. Гродзинский [и др.] // Аллелопатия и продуктивность растений – К. : Наук. думка, 1990. – С. 121–124.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

УДК 556

R. CIEŚLIŃSKI, E. WOŹNIAK, K. JERECZEK-KORZENIEWSKA
Polska, Gdansk, Uniwersytet Gdański, Katedra Hydrologii
E-mail: georc@univ.gda.pl, remrem@o2.pl, geokjk@univ.gda.pl

WIELKOŚĆ STĘŻEŃ I ŁADUNKÓW BIOGENÓW W ZLEWNI BORUCINKI NA TLE STRUKTURY HYDROGRAFICZNEJ (POLSKA PÓŁNOCNA)

Badania warunków transportu i akumulacji zanieczyszczeń obszarowych w zlewni rzecznej koncentrują się najczęściej na ocenie uwarunkowań geologicznych, morfologicznych oraz użytkowania terenu. Na obszarach objętych w plejstocenie akumulacyjną działalnością lądolodów skandynawskich ważnym, lecz najczęściej pomijanym uwarunkowaniem jest również struktura hydrograficzna zlewni. W takich obszarach średnio 20 % ich powierzchni, a w niektórych zlewniach (górną Wierzyca, Wda czy Słupia) nawet 60 % zajmują powierzchnie, z których nie ma spływu powierzchniowego do rzek – tzw. obszary bezodpływowe powierzchniowo. Jednak z części z nich taki spływ może zachodzić okresowo w sezonach o wilgotności większej od przeciętnej lub epizodycznie, w wyjątkowo wilgotnych latach. Występowanie obszarów bezodpływowych powierzchniowo powoduje, że część zanieczyszczeń nie dostaje się bezpośrednio do systemu rzecznego, lecz jest deponowana bądź czasowo zatrzymywana w zagłębieniach bezodpływowych. W pierwszym przypadku zanieczyszczenia mogą przedostawać się do cieku jedynie w sposób pośredni (poprzez wody podziemne) a w drugim przypadku są do niego dostarczane sezonowo bądź, w niektórych sytuacjach, tylko epizodycznie. O tym, z którym z przypadków będziemy mieli do czynienia decyduje typ samego zagłębienia (to znaczy czy jest ono ewapotranspiracyjne czy też chłonne) oraz potencjalna retencja depresyjna w tychże zagłębieniach.

Główne prace oparte były na badaniach terenowych. Badania hydrologiczne prowadzono w 13 profilach pomiarowych znajdujących się zarówno na Borucince jak i jej dopływach. Obejmowały one pomiar przepływu i stanu wody. Badania wskaźników fizyczno-chemicznych wody prowadzono równocześnie z pomiarami przepływu. Wykonywano pomiary fosforanów, azotanów, fosforu ogólnego i azotu ogólnego.

W zależności od pory roku obserwowano zmiany zarówno liczby obiektów hydrograficznych jak i ich rozmiarów. Dobrze wykształcona, o największym zasięgu, sieć hydrograficzna związana jest z dużymi dostawami wody na powierzchnię zlewni. Na badanym obszarze wiązało się to przede wszystkim z topnieniem pokrywy śnieżnej. Sezon wilgotny trwał zazwyczaj od marca do kwietnia. Charakteryzując

strukturę hydrograficzną dla sezonu wilgotnego zauważyć można, iż pomimo funkcjonowania wówczas maksymalnej liczby i długości cieków obszary egzoreiczne zajmowały zaledwie połowę powierzchni zlewni Borucinki (16,2 km²). Pozostała część przypadła na zlewnie zagłębień bezodpływowych chłonnych i ewapotranspiracyjnych. W okresie suchym suma długości cieków zarejestrowanych to zaledwie 14,5 km. Obszary egzoreiczne zajmowały wówczas zaledwie 19 % powierzchni zlewni (6,2 km²).

Maksymalne stężenia azotu ogólnego, azotu azotanowego i fosforu ogólnego zaobserwowano w profilu nr 6 (rów melioracyjny), natomiast fosforu fosforanowego w profilu nr 5 (Borucinka poniżej dużego gospodarstwa) i nr 8 (dopływ z pól).

Najwyższe stężenia azotu ogólnego i azotu azotanowego obserwowano w grudniu natomiast najniższe stężenia azotu ogólnego we wrześniu, a azotanów w marcu. W przypadku fosforu ogólnego maksymalne stężenia wystąpiły w lipcu a fosforanów w czerwcu.

Najwyższe średnie miesięczne ładunki azotu ogólnego obserwowano w miesiącach zimowych (zwłaszcza w lutym i marcu) natomiast najniższe w półroczu letnim (szczególnie we wrześniu). Najwyższy ładunek azotu azotanowego obliczono dla grudnia, natomiast najniższy dla września. W przypadku fosforu ogólnego i fosforanów maksymalne ładunki miesięczne występowały w lutym a minimalne we wrześniu.

Przebieg zmienności ładunków związków azotu i fosforu w dużym stopniu uwarunkowany był zmiennością przepływu rzecznoego, którego średnie miesięczne wartości były najwyższe w miesiącu lutym i marcu.

Borucinka charakteryzowała się niskimi ładunkami azotu ogólnego (<20 mg s⁻¹) oraz azotu azotanowego (<5 mg s⁻¹) w górnym biegu. Ładunki azotu ogólnego wyraźnie wzrastały poniżej jeziora Glinno, ale największy przyrost ładunków obserwowany był na odcinku znajdującym się poniżej ujścia dopływu z Wygody Łączyńskiej. W samym dolnym biegu następowała niewielka redukcja ładunków azotu ogólnego. W przypadku azotu azotanowego taka redukcja nie była obserwowana, a sam ładunek wzrastał stopniowo wzdłuż biegu rzeki.

Ładunek związków fosforu osiągał wysoką wartość już w środkowym biegu, poniżej jeziora Glinno, gdzie następował największy przyrost ładunku, zarówno fosforu ogólnego jak i fosforanowego. W dolnym biegu obserwowany był systematyczny wzrost ładunków.

Wzrost ładunku badanych substancji jest w przeważającej części efektem zwiększającego się przepływu rzecznoego wraz ze wzrostem powierzchni zlewni i przyjmowaniem przez Borucinkę jej kolejnych dopływów.

W okresie wilgotnym (kwiecień 2010) ładunki jednostkowe azotu ogólnego w zlewni cząstkowej dolnej Borucinki przekraczały 750 kg km² rok⁻¹. W okresie suchym (lipiec 2010) odpływ azotu odbywał się praktycznie wyłącznie ze zlewni bezpośredniej Borucinki. Ze względu na niski odpływ rzeczny, ładunki jednostkowe ze zlewni dopływu z jeziora Boruckiego, dopływu z Kamienicy Szlacheckiej oraz dopływu z pól wynosiły jedynie od 0 do 1 kg km² rok⁻¹.

Bardzo wysoki ładunek jednostkowy fosforu ogólnego zaobserwowano w zlewni dolnej Borucinki w okresie wilgotnym, kiedy przekroczył on $80 \text{ kg km}^2 \text{ rok}^{-1}$. W półroczu suchym ładunek jednostkowy ze zlewni dopływów Borucinki nie przekraczał nawet $0,1 \text{ kg km}^2 \text{ rok}^{-1}$.

Takie zróżnicowanie dostawy zanieczyszczeń pozostawało w zgodności z rozkładem przestrzennym odpływów jednostkowych, który z kolei jest rezultatem organizacji odpływu w zlewni młodoglacjalnej. Najmniejszą zasobnością wodną oraz eksportem zanieczyszczeń cechowały się bowiem zlewnie o największym udziale obszarów bezodpływowych, natomiast największym – jednostki hydrograficzne o najwyższym stopniu organizacji i największym udziale zlewni egzoreicznych. Nałożyło się na to zróżnicowanie stopnia oddziaływania antropogenicznego, które jednakże, ze względu na specyficzne warunki migracji zanieczyszczeń na obszarach objętych w plejstocenie akumulacyjną działalnością lądolodów skandynawskich, gdzie duże powierzchnie zlewni nie są włączone do powierzchniowego formowania odpływu, nie zawsze przekładało się na zróżnicowanie stopnia zanieczyszczenia wód. Zasięg obszarów bezodpływowych powoduje, że część ładunku związków biogenicznych nie dostaje się bezpośrednio do odbiornika systemu, lecz jest czasowo zatrzymywana w zagłębieniach ewapotranspiracyjnych lub chłonnych i dopiero w sposób pośredni może przedostawać się do odbiornika. W związku z tym dostawa zanieczyszczeń do różnych elementów struktury hydrograficznej niesie ze sobą odmienne konsekwencje. Zanieczyszczenia akumulowane na obszarze zlewni bezodpływowych ewapotranspiracyjnych w niewielkim stopniu uczestniczą w krążeniu materii w całej zlewni i ich eksport poza granice obszarów endoreicznych można uznać za śladowy. Dotyczy to wszystkich form azotu i fosforu. Nieco odmiennie przebiega migracja zanieczyszczeń ze zlewni bezodpływowych chłonnych, które ze względu na zachodzącą w nich alimentację odpływu podziemnego stają się również miejscem alimentacji ładunku rozpuszczalnych form azotu, natomiast nie eksportują do głównego odbiornika związków fosforu oraz tych form azotu, które łatwo łączą się z cząsteczkami gleby. Największe znaczenie w eksporcie zanieczyszczeń odgrywają zlewnie egzoreiczne, w których związki azotu i fosforu transportowane są ze sływem powierzchniowym, podpowierzchniowym jak również odpływem podziemnym.

YDK 556

R. CIEŚLIŃSKI, M. ZIELIŃSKI

Polska, Gdansk, Uniwersytet Gdański, Katedra Hydrologii

E-mail: georc@univ.gda.pl, marcin.rex@wp.pl

ZMIENNOŚĆ ZASOLENIA WÓD ZATOKI ELBLĄSKIEJ

Zalew Wiślany to drugi pod względem wielkości zalew w strefie brzegowej południowego Bałtyku. Względem położenia należy on do kategorii wód przejściowych pomiędzy wodami lądowymi a morzem. Na podstawie typologii wód w Polsce, zaliczyć go można do wód przejściowych o charakterze laguny. Zalew

Wiślany stanowił dawniej jeden z głównych recipientów wód Wisły. Po odcięciu ramion delty od głównego koryta Wisły, w Zalewie znacznie wzmożła się rola czynnika morskiego. Obecnie jest on prawie zamknięty. Jedyne kontakty z wodami morskimi odbywa się poprzez Cieśninę Pilawską, we wschodniej części Zalewu, na terytorium Rosji. Można więc uznać go za obiekt w którym widoczne jest oddziaływanie tak akwenu morskiego, jak i zaplecza lądowego.

Jednym z akwenów wydzielonych z Zalewu Wiślanego jest Zatoka Elbląska. Jest to najbardziej wysunięty na południe obiekt Zalewu Wiślanego. Ma kształt prostokąta o długości 7,5 km, szerokości około 1,0 km. Jej powierzchnia jest niewielka i liczy zaledwie 7,0 km². Cały akwen jest bardzo płytki. Średnia głębokość wynosi 1,0–1,5 m. Dopiero na samej granicy Zatoki i otwartych wód Zalewu Wiślanego, pojawiają się głębokości rzędu 2,0 m. Jego wydzielenie związane jest z odmiennymi warunkami hydrologicznymi i hydrochemicznymi. Wpływ na ten obiekt ma nie tylko sam Zalew Wiślany, ale także zaplecze lądowe w postaci spływu potamicznego z delty Wisły i Wysoczyzny Elbląskiej oraz wymuszone przezuty wody z otaczających zatokę polderów.

Za dopływ potamiczny od Zatoki Elbląskiej odpowiedzialne są ciek, które mają w niej swoje ujście. Są to: Elbląg, Kamienica, Kamionka i Dąbrówka. Jak podaje Łazarenko i Majewski średni przepływ wody w rzece Elbląg wynosi 6,28 m³·s⁻¹. Przepływy pozostałych cieków wahają się w przedziałach od 0,07 do 0,09 m³·s⁻¹. Wymuszone przezuty wody do Zatoki Elbląskiej pochodzą z polderów. Spośród trzech znajdujących się w jej bezpośrednim sąsiedztwie, tylko dwa z nich – Nowakowo-Batorowo oraz Rubno „W” regularnie zrzucają wodę. Polder Jagodno nie prowadzi zrzutów wody. Średnia roczna wartość zrzutów wody w wieloleciu 2006–2011 wyniosła 9,2 mln m³ (0,29 m³·s⁻¹).

Zalew Wiślany, w tym Zatoka Elbląska, jest obszarem ciągłego mieszania się wód słodkich i słonych. Ze względu na płytkość akwenu ważnym czynnikiem, decydującym również o dynamice wody, jest oddziaływanie wiatru, które często rozciąga się na masy wodne od powierzchni do dna i powoduje uruchomienie powierzchniowej warstwy osadów dennych. Relacja pomiędzy udziałem wód morskich i wód śródlądowych kształtuje tak ważną właściwość wód Zalewu, jakim jest stopień zasolenia.

Zasolenie wód całego Zalewu Wiślanego jest rezultatem oddziaływania szeregu czynników – do najważniejszych należą wielkość zasilania rzeczno i częstość intruzji wód morskich. Jego cechą charakterystyczną jest strefowość zasolenia. Rozległość stref zasolenia jest różna i mogą one ulegać przesunięciom w zależności od kierunku prądów oddziaływania stałych wiatrów itp. Również ich zasięgi mogą się przesuwać sezonowo. Wzrost zasolenia na Zalewie Wiślanym obserwuje się w październiku, a minimum w lutym, gdy Zalew jest pokryty lodem. Według Bogdanowicza (2009) maksimum zasolenia przypada na listopad, a minimum na marzec. W okresie wiosennym decydujący wpływ wywierają słodkie wody rzeczne, natomiast jesienią przeważa wpływ zasolonych wód morskich. Wody Zalewu charakteryzują się średnim zasoleniem na poziomie 3,0 ‰. Stopień zasolenia maleje z

odległością od Cieśniny Pilawskiej. Zasolenie wód w rejonie cieśniny wynosi średnio 5,5 ‰, a koło Krynicy Morskiej około 2,2 ‰.

Celem pracy jest próba określenia okresowej zmienności zasolenia Zatoki Elbląskiej. Zmienność ta będzie podstawą oceny charakteru wód Zatoki. Na jej podstawie można bowiem stwierdzić, czy w specyficznych warunkach hydrometeorologicznych wody akwenu przyjmują bardziej charakter morski, czy też bardziej charakter śródlądowy.

Główną metodą pracy były pomiary wybranych właściwości fizyczno-chemicznych, w tym chlorków, wykonanych na obszarze wód Zatoki Elbląskiej w profilu Batorowo. Pomiar tych samych właściwości fizyczno-chemicznych wykonywano na rzece Elbląg niedaleko ujścia do Zatoki Elbląskiej, w miejscowości Nowakowo, a także na samym Zalewie, niedaleko miejscowości Tolkmicko. Obserwacje w punktach pomiarowych były prowadzone w latach 1997–1999 oraz 2002–2007 w różnych sytuacjach.

Uzyskane wyniki potwierdziły, że zakres mierzonych wartości w przypadku dwóch punktów (rzeka Elbląg i Zatoka Elbląska) był bardzo zbliżony do siebie. Wartości te wynosiły odpowiednio 0,6–33,8 mmol/dm³ oraz 0,7–36,3 mmol/dm³, w których skrajne wartości odpowiadały wartościom minimalnym i maksymalnym. W przypadku punktu zlokalizowanego na Zalewie Wiślanym, zakres badanych stężeń chlorków wynosił 22,7–56,8 mmol/dm³. Amplitudy we wszystkich trzech punktach były bardzo zbliżone do siebie i wynosiły: 33,2 dla rzeki Elbląg; 35,6 dla Zatoki Elbląskiej oraz 34,1 dla Zalewu Wiślanego. Średnie wartości stężenia chlorkowych wyniosły: dla punktu na rzece Elbląg: 8,3 mmol/dm³, dla punktu na Zatoce Elbląskiej: 10,0 mmol/dm³ i 38,5 mmol/dm³ na Zalewie Wiślanym.

Najwyższe wartości stężenia chlorków w punktach zlokalizowanych na rzece Elbląg i Zatoce Elbląskiej, notowano głównie w miesiącach letnich i jesiennych. Najniższe z kolei przypadały na okres zimowo-wiosenny. W okresie 1997 – 2007 najniższe wartości chlorków występowały zimą i wiosną. Niskie wartości zimą świadczą o zalegającej pokrywie lodowej na Zatoce Elbląskiej, natomiast wiosną o spływach powierzchniowych ze zlewni. Największe wartości chlorków zarejestrowano latem oraz jesienią. Lato odznacza się niskimi stanami wody na zalewie, jesienią natomiast występują wezbrania sztormowe i związanych z tym zwiększony napływ wód bałtyckich. Inna sytuacja występuje w obrębie analizowanego punktu, zlokalizowanego na Zalewie Wiślanym. W porównaniu do poprzednich punktów, rozkład stężeń ma tutaj nieregularny charakter. Większe stężenia notowane są w okresie zimowym i wiosennym, niższe – letnim i jesiennym.

Niniejsze zestawienia świadczyć mogą, iż Zatoka Elbląska jest akwenumem pozostającym pod hydrodynamicznym i hydrochemicznym wpływem Zalewu Wiślanego, jak i cieków znajdujących w niej swoje ujście, pochodzących z delty Wisły, jak i Wysoczyzny Elbląskiej. Na podstawie wyników uzyskanych z punktów pomiarowych można stwierdzić, iż niskie wartości stężenia chlorków zimą i wiosną, świadczą o charakterze śródlądowym wód, znajdujących się w analizowanym akwenu. Analogicznie – wysokie stężenia chlorków w okresie letnio-jesiennym, świadczą o dominującej roli Zalewu w transportowaniu wód morskich, nadając tym

samym charakter wodom wypełniającym Zatokę Elbląską. Dodatkowo czynnikiem wpływającym na zasolenie jest obecność wiatrów. Wiatry północne powodują „wpychanie” wód Zalewu Wiślanego do Zatoki Elbląskiej, jednocześnie – z racji płytkości akwenu – powodując przemieszanie się wód na całej głębokości i uruchomienie powierzchniowej warstwy osadów dennych. W przypadku wiatrów południowych, następuje „wypchnięcie” wód z Zatoki do Zalewu.

Innym czynnikiem, który wpływa na okresowe „wpychanie” do Zatoki Elbląskiej i rzeki Elbląg, jest ilość wody w Zalewie Wiślanym. W sytuacji, w której wezbrania sztormowe nałożą się na wysoki stan wody w Zalewie Wiślanym, istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia wlewu wód słonawych na obszar samych Żuław Elbląskich. Napełnienie Zalewu Wiślanego jest uwarunkowane poziomem wód Zatoki Gdańskiej, a przede wszystkim poziomem u wschodnich jej wybrzeży – w rejonie Bałtyjska. Podwyższony poziom wód w tej części powoduje napływ wód morskich poprzez Cieśninę Pilawską do Zalewu Wiślanego, zwiększając tym samym stan jego napełnienia.

УДК 504.453.06(476.7)

А.А. ВОЛЧЕК

Беларусь, г. Брест, БрГТУ

E-mail: A_Volchek55@mail.ru

ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕКИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК БАСЕЙНА ЗАПАДНОГО БУГА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время на территории бассейна р. Западный Буг гидрологический режим водных объектов определяется не только естественными колебаниями метеорологических элементов, но и антропогенными факторами. При этом роль последних с каждым годом усиливается и недоучет их может привести к значительным ошибкам при определении расчетных параметров.

Целью настоящего исследования является прогнозная количественная оценка изменения речного стока рек бассейна Западного Буга на территории Беларуси для двух сценариев развития экономики и климата – Сценарии А1В и В1.

В качестве исходных данных использованы материалы наблюдений Департамента гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь по действующим гидрологическим постам за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров. Оценка водных ресурсов бассейна р. Западный Буг осуществлялась с использованием данных по 3 гидрологическим постам (Копаявка – Черск ($A = 461 \text{ км}^2$); Мухавец – Брест ($A = 6590 \text{ км}^2$); Пульва – Высокое ($A = 317 \text{ км}^2$)). Для получения сопоставимых результатов выбран единый 49-летний расчетный период с 1961 по 2009 гг. Отобранные временные ряды проверялась на однородность, пропущенные значения были восстановлены стандартными методами с оценкой их достоверности.

В ходе исследования использовалась климатическая информация, а именно временные ряды наблюдений за температурой воздуха, атмосферными осадками и дефицитами влажности воздуха с 1961 по 2010 гг. по 3 метеостанциям (Брест, Высокое, Пружаны).

Для прогнозных оценок изменения водности рек адаптирован метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), предложенный В.С. Мезенцевым, основанный на совместном решении уравнений водного и теплоэнергетического балансов [1]. На основе гидролого-климатической гипотезы, нами разработана многофакторная модель, включающая стандартное уравнение водного баланса участка суши с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом разрезе. Разработанная модель использована для оценки возможных изменений водных ресурсов рек в зависимости от тех или иных гипотез климатических колебаний и антропогенных воздействий на характеристики водосборов [2].

Уравнение водного баланса речного водосбора за некоторый промежуток времени имеет вид:

$$H(I) = E(I) + Y_k(I) \pm \Delta W(I),$$

где $H(I)$ – суммарные ресурсы увлажнения, мм; $E(I)$ – суммарное испарение, мм; $Y_k(I)$ – суммарный климатический сток, мм; $\Delta W(I)$ – изменение влагозапасов деятельного слоя почвогрунтов, мм; I – интервал осреднения.

Корректировка климатического стока осуществляется с помощью коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на формирование руслового стока.

Моделирование водного баланса исследуемой реки реализовано в виде компьютерной программы и осуществляется в два этапа. На первом этапе производится настройка модели по известным составляющим водного и теплового балансов исследуемой реки. При настройке модели преследуется цель достичь наибольшего соответствия рассчитанного климатического и руслового стоков. Первый этап заканчивается построением графиков климатического и руслового стока и выводом ошибки моделирования.

Второй этап – непосредственный расчет водного баланса исследуемой реки с использованием параметров, полученных при калибровке модели. Расчет элементов водного баланса исследуемой реки производится с учетом конкретных особенностей рассматриваемого водосбора [2].

При настройке моделей по предлагаемой методике возникли проблемы с определением параметров для зимних месяцев. Дело в том, что модель недостаточно точно учитывала участвовавшие в последнее время оттепели. Поэтому нами проведена корректировка модели, учитывающая оттепели. Полученная при настройке модели разница между русловым и климатическим стоком относилась к стоку, сформировавшемуся во время оттепелей, которая фиксировалась в настройках модели. При прогнозировании стока будущего эта составляющая добавлялась непосредственно к стоку, а ее величина отнималась от атмосферных осадков соответствующего месяца и на период половодья переносились осадки за вычетом суммарного испарения и стока в период оттепелей. Причем величина

стока в период оттепелей корректировалась с учетом прогнозируемой температуры соответствующего месяца. В первом приближении величину этого стока можно принять из соотношения месячных температур воздуха и величины стока, в период оттепелей полученной при настройке модели.

Прогнозные оценки изменения стока рек бассейна Западный Буг осуществлялись по следующей схеме. Настраивалась модель по средним многолетним данным по речному стоку, атмосферным осадкам, температуре воздуха и дефицитам влажности воздуха, полученные параметры сохранялись в памяти машины. Затем вводились прогнозные величины для соответствующей перспективы по тем метеостанциям, которые были использованы при настройке моде. Считывались параметры настройки модели, и осуществлялась прогнозная оценка. Полученные значения климатического стока сравнивались между собой по соотношению $\Delta_{кл.} = \frac{Y_{кл.}^{np.}}{Y_{кл.}^{сов.}} \cdot 100\%$. Непосредственная прогнозная оценка руслового стока

находилась из соотношения $Q^{np.} = \frac{Q^{сов.} \cdot \Delta_{кл.}}{100}$, м³/с.

По рассмотренной методике нами выполнены прогнозные оценки для двух сценариев развития климата А1В и В1. Результаты расчетов приведены в таблице.

Таблица – Изменение среднего годового стока в % от современного

Река – створ	Месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
На период до 2050 гг. при изменении климата по сценарию А1В													
Мухавец – Брест	8,3	10,5	7,5	0,5	9,5	25,2	5,1	-15,5	-0,4	2,4	7,5	3,9	5,3
Копаяювка – Черск	8,7	10,4	7,3	5,6	4,8	63,6	-36,7	-14,9	-3,4	1,9	6,3	3,8	7,0
Пульва – Высокое	10,8	9,1	7,3	5,4	9,2	56,3	-50,0	-17,6	-0,2	1,1	8,3	5,2	5,3
среднее	9,3	10,0	7,4	3,8	7,8	48,4	-27,2	-16,0	-1,3	1,8	7,4	4,3	5,9
На период 2035 г. при изменению климата по сценарию В1													
Мухавец – Брест	3,2	7,4	3,8	-7,0	3,8	24,1	6,5	-40,0	7,2	15,7	11,7	3,2	7,4
Копаяювка – Черск	4,8	8,6	6,7	-1,9	-1,1	55,1	-72,6	-30,3	-1,5	15,0	10,1	4,8	8,6
Пульва – Высокое	9,7	9,1	2,5	-3,3	1,3	42,7	-88,3	-19,4	7,3	12,3	13,4	9,7	9,1
среднее	5,9	8,4	4,3	-4,1	1,3	40,6	-51,5	-29,9	4,3	14,3	11,7	5,9	8,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мезенцев, В.С. Гидролого-климатическая гипотеза и примеры ее использования / В.С. Мезенцев // Водные ресурсы, 1995. – Т. 22, №3. – С. 299–301.
2. Волчек, А.А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – Екатеринбург, 2007. – № 1. – С. 50–62.

УДК 556.5(476.1)

А.А. ВОЛЧЕК, Е.Н. БИРУК

Беларусь, г. Брест, БрГТУ

E-mail: Volchak@tut.by; birukkatsiaryna@tut.by

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОДЫ РЕКИ ЛЕСНАЯ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ 2013 ГОДА

В настоящее время климатические условия на территории Беларуси изменяются, и данная тенденция сохранится в ближайшие годы, что подтверждается результатами исследований специалистов НАН Беларуси и исследованиями большинства зарубежных ученых. Наблюдаемые изменения климата на территории Беларуси характеризуются значительным ростом температуры холодных сезонов года. Эти изменения не могли не сказаться на термическом режиме рек.

Термический режим рек формируется в результате теплообмена между водной массой и окружающей средой (атмосферой), с одной стороны, и ложем русла – с другой. Теплообмен протекает различно при открытой водной поверхности и при ледяном покрове.

Целью данной работы является анализ термического режима реки Лесная за период весеннего половодья 2013 г. Исходными данными для анализа явились материалы наблюдений Республиканского гидрометеорологического центра по гидропосту Каменец на р. Лесная за период март–май 2013 г. (температура воздуха, температура и уровень воды).

Река Лесная расположена в Брестской области, является правым притоком Западного Буга. Общая длина реки около 85 километров, а площадь бассейна водосбора около 2,65 тыс. км². Формируется река путем слияния рек Левая и Правая Лесная, течет через Прибужскую равнину и Брестское Полесье. Пойма реки шириной от 2 до 4 км, заросла смешанными лесами, местами она заболочена. Главные притоки реки: Градовка и Кривуля. В реку Лесную идет сток мелиорационных каналов.

В годовом цикле температурного режима речных вод отчетливо выделяются два периода: открытой водной поверхности и ледостава. В первом периоде вследствие турбулентности потока и интенсивного перемешивания вся водная масса быстро реагирует на изменение метеорологических условий, и ход температуры воды почти параллелен ходу температуры воздуха. Наиболее отчетливо это проявляется на реках малой водности, например, р. Лесная в Брестской области. В первой половине этого периода, в особенности во время весеннего половодья, температура воды ниже температуры воздуха, а затем, наоборот, температура воды превышает температуру воздуха. Такой ход температуры речных вод свойствен большинству рек нашей страны.

Погода в апреле на водосборе р. Лесная характеризовалась пониженными температурами воздуха в первой декаде и повышенным температурным режимом во второй и третьей декадах. Большую часть месяца среднесуточная темпе-

ратура воздуха колебалась от +7 до +10,5 °С. Максимум которой днем составлял +15...+18 °С, 23 и 27 апреля на воздух прогревался до +23 °С. Лишь в первой декаде месяца еще сохранялся зимний характер погоды. В дневные часы максимальная температура воздуха была +2...+9 °С, в конце декады +10...+12 °С. Минимальная температура воздуха ночью в апреле колебалась от –3...+3 °С до +4...+10 °С. В самые холодные ночи первой декады местами воздух выхолаживался до –3...–5 °С. В отдельные ночи второй половины месяца температура воздуха оставалась на уровне +8...+11 °С. В мае среднесуточная температура воздуха составила 16,2 °С. В первую и вторую декаду месяца наблюдались высокие температуры для данного периода и днем составили +23...27 °С, ночная температура воздуха колебалась от +10 до +17 °С. В третьей декаде наблюдалось снижение дневной и ночной температуры, и температуры соответственно составили +14 и +7 °С. Поскольку река Лесная относится к малым рекам, то можно наблюдать тесную связь между температурами воздуха и воды. Среднесуточная температура воды в апреле и мае составила +7,8 °С и +17,6 °С соответственно. Переход температуры воды через 0,2 °С был зафиксирован 26.03 (что относится к поздним датам). Динамика среднесуточных температур воздуха и воды в марте – мае 2013 г. представлены на рисунке 1.

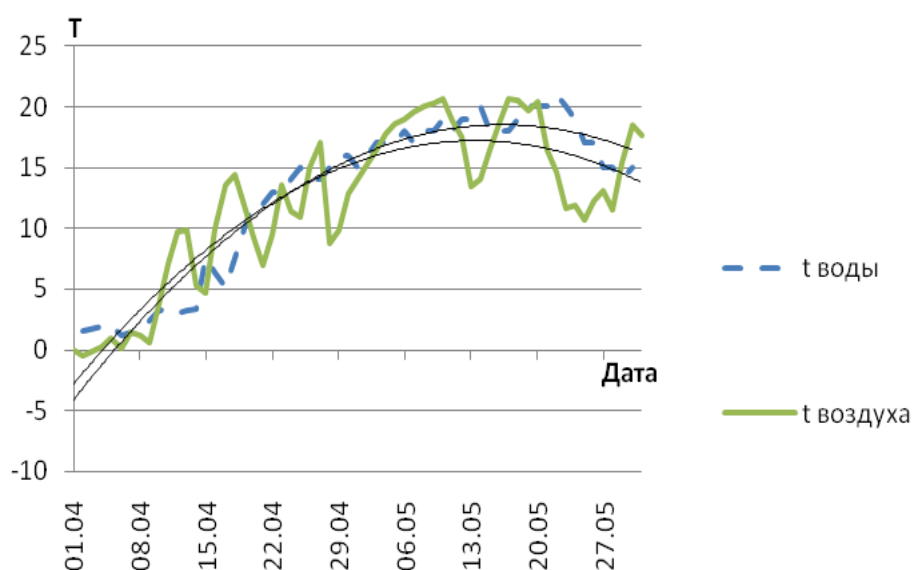


Рисунок 1 – Температурный режим р. Лесная за период март – май 2013 г.

Для анализа температурного режима были построены линии тренда, которые представлены полиномом второй степени с достаточно высокой степенью аппроксимации (для воздуха $y = -0,0114x^2 + 0,9637x - 3,1106$; $R^2 = 0,795$; для воды $y = -0,011x^2 + 0,9809x - 3,2592$; $R^2 = 0,9406$). Амплитуда температуры воздуха в данный период в среднем составила 8 °С, а температуры воды 5 °С. В апреле температура воздуха была выше температуры воды, а с мая наблюдается обратная ситуация. Очистка реки от ледяного покрова была зафиксирована во второй декаде марта. На рисунке 2 представлена динамика уровня воды и температуры воздуха в апреле – мае 2013 г.

Как видно на рисунке 2, резкий подъем температуры воздуха 10 апреля способствовал резкому подъему уровня воды и 18 апреля достиг высоко опасного значения 254 см. Дальнейшее повышение температуры повлекло понижение уровня воды в реке Лесная, и во второй декаде мая пойменные земли полностью освободились от паводковых вод (УВ достиг своего среднего значения относительно 0 поста 120 см).

На рисунке 3 представлена корреляционная зависимость между температурой воздуха и уровнем воды и линия тренда ($y = -0,0003x^2 - 0,0108x + 1,0047$; $R^2 = 0,9237$). Высокая связь ($r = 0,93$) между температурой воздуха и уровнем воды наблюдалась 19 апреля, что соответствует пику весеннего половодья. Также была построена корреляционная зависимость между температурой воды и воздуха и линия тренда ($y = -0,0002x^2 + 0,0163x + 0,5435$; $R^2 = 0,8486$). Тесная связь между температурой воды и воздуха ($r = 0,7$) отмечалась до конца первой декады мая.

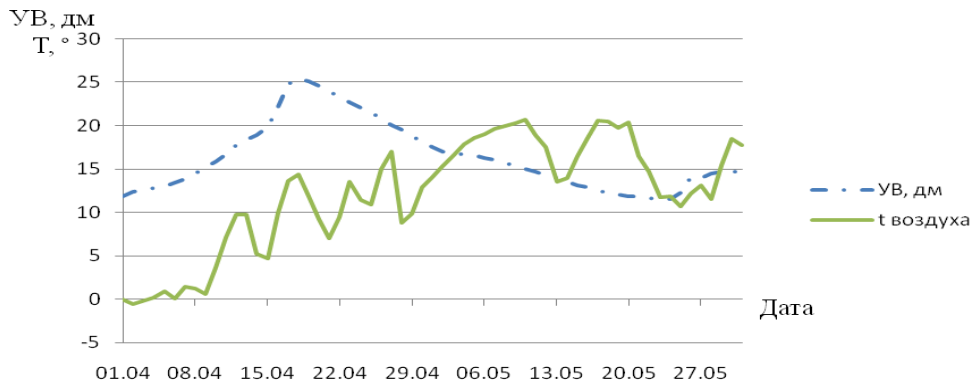


Рисунок 2 – Динамика уровня воды р. Лесная и температуры воздуха в прибрежной зоне за период апрель – май 2013 г.

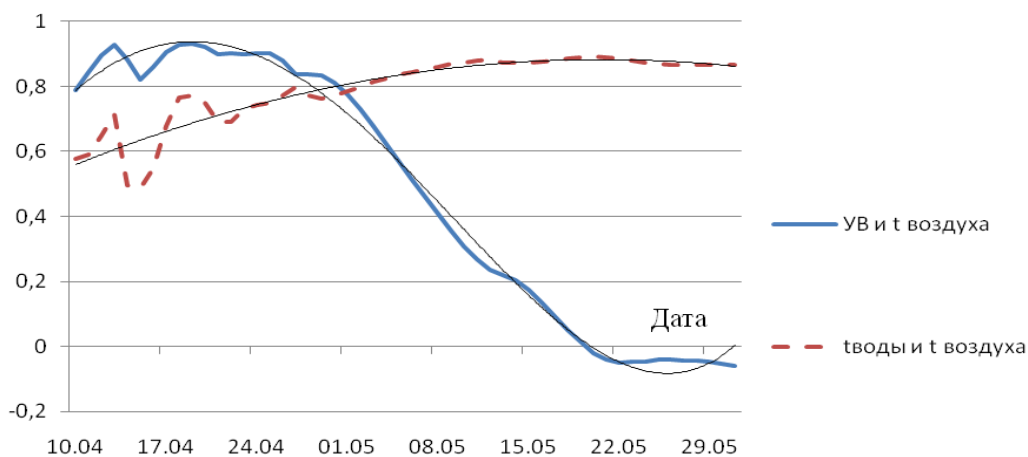


Рисунок 3 – График корреляционной зависимости температуры и уровня воды реки Лесная и температуры воздуха в прибрежной зоне за период апрель – май 2013 г.

Проведя анализ температурного режима на реке Лесная в период март – май 2013 г. видно, что на реках малой водности существует тесная связь между

температурой воздуха и температурой воды, а также между динамикой температуры воздуха и уровнем воды. При резком увеличении температуры воздуха происходит интенсивное таяние снежного покрова, что приводит к росту температуры воды в реках, а также резкому подъему уровня воды в реках.

УДК 504(476.7)

А.А. ВОЛЧЕК¹, И.В. БУЛЬСКАЯ²

Беларусь, г. Брест, ¹БрГТУ, ²БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: inabulskaya@gmail.com

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ПРИМЕСИ В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. БРЕСТА

На протяжении длительного времени поверхностный сток относили к категории условно-чистых стоков, и исследованию его состава уделялось мало внимания. Быстрое увеличение количества автотранспорта начиная со второй половины XX века, бурное развитие промышленности и интенсивная урбанизация привели к тому, что поверхности городских территорий накапливают значительное количество загрязнителей. Большая часть площади современного города – это непроницаемые для атмосферной влаги поверхности: покрытия дорог, тротуаров и стоянок транспорта, крыши зданий. Атмосферная влага, выпадающая в виде осадков, не может естественным путем впитываться в почву на большинстве городских территорий, что приводит к образованию больших объемов поверхностного стока, значительно превышающего объемы поверхностного стока в соответствующих природных ландшафтах [1]. Накопленные в течение сухих периодов на городской территории загрязнения смываются поверхностным дождевым стоком или талыми водами и выносятся по средствам дренажной ливневой канализации в принимающие водоемы. Поверхностный сток с урбанизированных территорий может содержать такие загрязнители, как мусор, взвешенные вещества разнообразного происхождения, тяжелые металлы, различные формы неорганического азота, фосфаты, хлориды, сульфаты, нефтепродукты, СПАВ, и по своей загрязненности сравним с коммунальным [2–10].

Проекты ливневой канализации многих городов предусматривают непосредственный сброс поверхностного стока в реки-водоприемники без какой-либо очистки, т.к. разрабатывались достаточно давно, без учета загрязненности поверхностного стока с городских территорий, как, например, в г. Бресте. Сброс поверхностного стока с городской территории без предварительной очистки оказывает негативное влияние на состояние реки-водоприемника.

Целью нашего исследования было установить содержание неорганических примесей в поверхностном стоке с урбанизированных территорий на примере г. Бреста. Для этого атмосферные осадки и поверхностный сток в зимний и летний периоды были проанализированы по следующим показателям: рН, содержание

взвешенных веществ, хлоридов, нитратов, фосфатов, катионов аммония и тяжелых металлов. Анализ на содержание взвешенных веществ проводился методом гравиметрии. Содержание хлоридов определено при помощи метода титриметрии. Содержание нитратов, фосфатов и аммония определялось фотометрически. Содержание тяжелых металлов определено методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

По результатам исследования определены приоритетные неорганические загрязнители в поверхностном стоке с территории г. Бреста в зимний и летний периоды, проведено сравнение содержания примесей в стоке в зимний и летний периоды, а так же выдвинуты предположения об источниках попадания некоторых примесей в поверхностный сток. Поверхностный сток с территории г. Бреста характеризуется значительным содержанием неорганических примесей и, таким образом, может наносить существенный вред экосистеме р. Мухавец.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carter, T. Ecological impacts of replacing traditional roofs with green roofs in two urban ar-eas / T. Carter, C. Butler // *Cities and the Environment*. – 2008. – Vol. 1, Issue 2/9. – Pp. 1–17.
2. Urban discharges during wet weather: What volumes have to be treated? / A. Saget [et al.] // *Water Science Technology*. – 1995. – Vol. 32, Issue 1. – P. 225–232.
3. Singh, G. Evaluating performance and effectiveness of water sensitive urban design / G. Singh, J. Kandasamy // *Desalination and Water Treatment*. – 2009. – Vol. 11. – P. 144–150.
4. Лукашевич, О.Д. Геоэкологическая и экономическая оценка управления ливневыми сточными водами (на примере г. Томска) / О.Д. Лукашевич, Т.П. Хохлова // *Инженерная экология*. – М. : Инженерная экология. – 2011. – № 3 – С. 54–61.
5. Суйкова, Н.В. Свойства мелкодисперсных техногенных наносов и их влияние на русловой процесс и самоочищение речной воды / Н.В. Суйкова, Ю.В. Брянская, В.С. Боровков // *Водные ресурсы*. – М. : Наука. – 2012. – Т. 39, № 2. – С. 186–194.
6. Щукин, И.С. Качественный состав поверхностного стока с территории г. Перми / И.С. Щукин, А.Г. Мелехин // *Вестник ПНИПУ. Урбанистика*. – 2012. – № 4. – С. 110–118.
7. О влиянии антропогенных нагрузок на качество воды рек Мухавец и Лесная // В.Н. Яромский [и др.] // *Брэсцкі геаграфічны веснік*. – Брест. – 2003. – Т. 3. Вып. 1. – С. 82–87.
8. Машина, Л.Л. Эколого-экономические аспекты эксплуатации систем дождевой канализации / Л.Л. Машина, Э.И. Горяинов, Г.А. Демёхин // *Наук. праці УкрНДГМІ*. – 2003. – Вып. 251. – С. 196–203. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uhmi.org.ua>. – Дата доступа: 11.01.2012.
9. Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию / А.Б. Невзорова [и др.] // *Вестник Брестского государственного технического университета*. – 2011. – № 2. – С. 61–66.
10. Карпук, В.К. Техногенные источники воздействия на качество природных вод в бассейне реки Ясельда / В.К. Карпук, Ю.С. Галах // *Брэсцкі геаграфічны веснік*. – Брест. – 2004. – Т. 4. Выпуск 1. – С. 51–55.

УДК 628.336.73+626.15

И.М. ГАРАНОВИЧ, М.Н. РУДЕВИЧ, Г.С. СНИГИРЕВ

Беларусь, г. Минск, ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»

E-mail: bel.dendr@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ХРАНИЛИЩ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Утилизация осадков сточных вод (ОСВ) является одной из наиболее актуальных экологических проблем. Как правило, очистные сооружения и места хранения ОСВ негативно влияют на экологическую обстановку прилегающих к ним территорий, а также представляют угрозу для здоровья и жизни проживающих там людей.

Наиболее распространённым способом обработки осадка сточных вод является его обезвоживание естественным путём на иловых площадках – полях фильтрации. Обусловлено это простотой и низкой стоимостью их сооружения, а также последующей эксплуатации. Этот способ обезвоживания ОСВ является самым массовым в нашей республике и других странах СНГ. В ряде стран также широко распространено обезвоживание ОСВ на иловых прудах, создаваемых путем обвалования дамбами естественных или искусственных углублений. Стоимость их устройства и эксплуатации ещё ниже. Одним из обязательных условий, обеспечивающих относительную экологическую безопасность эксплуатации таких хранилищ ОСВ, является расположение их дна выше уровня залегания грунтовых вод.

В настоящее время всё более интенсивно внедряются технологические приёмы и оборудование для эффективного механического обезвоживания ОСВ (уплотнители, прессы, фильтры, центрифуги, сушильные установки и др.) и глубокой их переработки (метантанки, пиролизные установки, ТЭС). Однако доля станций очистки оснащённых таким технологическим оборудованием пока ещё очень невелика.

При очистке сточных вод на современных станциях аэрации, доля сухого остатка составляет от 0,5 до 1 % их первоначального объёма. Такие страны, как Великобритания, Франция, Италия и Япония, при очистке сточных коммунальных вод ежегодно получают по 1,0–1,5, Германия – 2,5, а Западная Европа в целом – 7,4 млн т сухого вещества ОСВ.

На современных очистных станциях выделению и утилизации ОСВ, как правило, предшествуют такие технологические процессы, как: несколько стадий очистки, уплотнение (сгущение), стабилизация органической части, обезвоживание, кондиционирование, термическая обработка, а иногда и извлечение отдельных ценных ингредиентов. При наличии в составе технологических линий по очистке сточных вод биологических очистных сооружений преобладающей составляющей ОСВ является активный ил. Он включает три основные составляющие

щие: биологическую (микроорганизмы, простейшие, водоросли, грибы); органическую (нуклеиновые и аминокислоты, белки, полисахариды, гумусовые кислоты и др.); неорганическую (гидроокислы, фосфаты, карбонаты, силикаты).

В настоящее время в мире применяются различные способы утилизации осадков сточных вод: захоронение, сброс в Мировой океан, переработка на удобрения, приготовление компостных смесей, сжигание. Соотношение способов утилизации ОСВ в различных странах сильно варьирует. В США 38 % захоранивают в накопителях, 36 % – перерабатывают на удобрения, 16 % – сжигают, 10 % – вывозят на поля. В Западной Европе 33 % – перерабатывают на удобрения, 15–20 % – депонируют в хранилищах, 4–11 % – сжигают, до 10 % – вносят в почву при рекультивации ландшафтов, 1–3 % – компостируют. При этом в связи с наложением ограничений и запретов на хранение и захоронение отходов в ряде европейских стран прослеживается тенденция к значительному росту доли различных способов переработки ОСВ. Так, в Люксембурге уже сейчас перерабатывается и используется около 90 % ОСВ. В Японии около 42 % отходов захоранивают в землю, около 36 % сбрасывают в океан, а примерно 15 % используют в качестве удобрений. В России только 1–6 % избыточного активного ила используется как удобрение и не более 3 % перерабатывается другими способами, основная же его масса хранится в илохранилищах или на свалках промстоков.

В Беларуси используются различные способы обработки сточных вод, выделения, обезвоживания и утилизации ОСВ. Образующиеся на очистных станциях практически всех малых и средних городов ОСВ обезвоживаются на иловых площадках и буртуются. На очистных станциях более крупных городов ОСВ сгущаются прессованием до влажности 70–80 % и захораниваются в иловых прудах. Методы дополнительного сбраживания ОСВ в метантанках начинают использоваться лишь на станциях очистки отдельных городов.

Степень негативного воздействия илохранилищ на окружающую среду значительно снижается по мере их зарастания. Самопроизвольное зарастание выведенных из эксплуатации иловых прудов происходит в течение довольно продолжительного периода времени – 15–20 лет. Медленные темпы их естественного зарастания обусловлены целым комплексом абиотических факторов, препятствующих развитию на них растительности. Противодействие развитию растительности некоторых из них очень велико. Именно они и создают наиболее значимые препятствия при рекультивации таких территорий.

Поэтому разработка и принятие комплекса мер по ускоренному зарастиванию поверхности выводимых из эксплуатации иловых прудов в целях оптимизации окружающей среды хранилищ осадков сточных вод и снижения интенсивности выделения ими вредных и неприятно пахнущих веществ имеет очень важное значение.

Фитомелиоративные мероприятия, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду газообразных соединений, выделяющихся с поверхности хранилищ, а также на ускорение рекультивации (процессов зарастания) поверхности выведенных из эксплуатации иловых прудов, могут реализовываться в следующих направлениях:

- улучшение качества приземных слоёв воздуха в окрестностях иловых хозяйств путём создания на прилегающих к прудам территориях защитных насаждений;

- снижение интенсивности выделения газообразных соединений с поверхности неэксплуатируемых иловых прудов путём их покрытия различными укрывными (мульчирующими) материалами;

- интенсификация зарастания поверхности выведенных из эксплуатации иловых прудов путём использования мульчирующих смесей в качестве первичного субстрата для укоренения растений.

На базе илового хозяйства Минской очистной станции УП «Минскводоканал», были проведены комплексные исследования, которые показали, что:

- для посадки защитных древесных насаждений специального ассортимента в санитарно-защитной зоне и на межпрудовых дамбах необходимо обязательное обогащение песчаных и песчано-гравийных грунтов;

- с целью создания слоя первичного субстрата для укоренения растений на поверхности иловых прудов с густым содержимым (влажность менее 80 %) приемлемы органические и органо-минеральные мульчирующие смеси, содержащие древесную щепу, опилки или солому.

- наиболее эффективным материалом для культивирования растений на поверхности иловых прудов с жидким содержимым (влажностью более 85–90 %) являются блоки (маты) из тюкованной соломы мощностью от 40 до 90 см.

Результативность осуществления данных мероприятий будет оценена посредством долговременного мониторинга таких объектов.

УДК 556(476)

О.И. ГРЯДУНОВА, С.В. РОСИКОВЕЦ

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: gryadunova@mail.ru

ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК БАССЕЙНА ЗАПАДНАЯ ДВИНА ЗА 1980–2010 ГГ.

В связи с изменением климата, увеличением антропогенной нагрузки на сами реки и их водосборы особую актуальность приобретает изучение ресурсов поверхностных вод Беларуси в современных условиях. Особое внимание необходимо уделить изучению вопросов внутригодового распределения речного стока (минимальных, максимальных расходов рек), высших и низших уровней воды в реках, так как анализ данных наблюдений гидрометеорологических станций в Беларуси выявил пространственно-временные изменения элементов климата и в первую очередь температуры воздуха и количества атмосферных осадков.

В бассейне р. Западная Двина на реках выделяются все фазы водного режима: *весеннее половодье* продолжительностью около 3 месяцев, *летняя (летне-*

осенняя) межень – от 3 до 6 месяцев, зимняя межень – от 3 до 5 месяцев (таблица, рисунок 1).

Таблица – Внутригодовое распределение стока рек бассейна Западной Двины за период с 1980 по 2008 гг. (в %)

Реки – посты	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Зап. Двина – г. Полоцк	6,1	5,9	11,2	25,3	11,9	6,4	4,7	4,5	5,3	6,2	6,9	5,8
Зап. Двина – г. Витебск	5,3	5,0	10,6	26,6	12,2	6,3	4,6	4,7	5,5	6,6	7,1	5,5
Овсянка – с. Веречье	5,4	5,9	13,3	28,7	8,6	5,8	4,4	3,8	5,4	6,0	7,2	5,3
Кривинка – с. Добригоры	7,0	7,8	17,9	25,0	9,7	5,5	3,3	2,8	4,0	5,3	6,0	5,7
Улла – с. Бочейково	7,7	7,7	13,2	21,9	9,7	6,4	5,4	4,5	4,8	5,7	6,5	6,5
Оболь – пгт. Оболь	7,0	7,5	13,8	26,3	9,7	5,0	3,7	3,5	4,7	5,7	7,2	6,1
Полота – с. Янково	7,7	7,6	11,4	20,5	11,0	6,3	4,9	4,0	4,6	6,4	8,1	7,4
Нача – с. Нача	8,3	8,8	13,9	26,4	11,2	5,4	4,3	3,0	2,5	3,8	5,9	6,5
Дисна – пгт Шарковщина	9,0	9,2	15,5	24,3	10,2	4,7	3,5	2,8	3,9	4,7	5,5	6,6
Березавка – с. Саутки	9,0	9,3	17,8	23,5	8,1	4,7	4,0	2,7	3,3	4,5	6,2	6,9
Дрисса – с. Дерновичи	7,7	7,7	11,3	19,7	11,6	6,1	4,5	4,1	5,0	6,7	8,0	7,6
Нища – с. Соколище	7,5	7,6	11,1	20,3	11,9	6,0	4,3	4,0	5,0	6,4	7,9	8,1
Суходровка – с. Шапечино	9,8	4,5	23,6	26,2	9,9	4,3	1,5	3,0	5,6	2,6	4,5	4,5

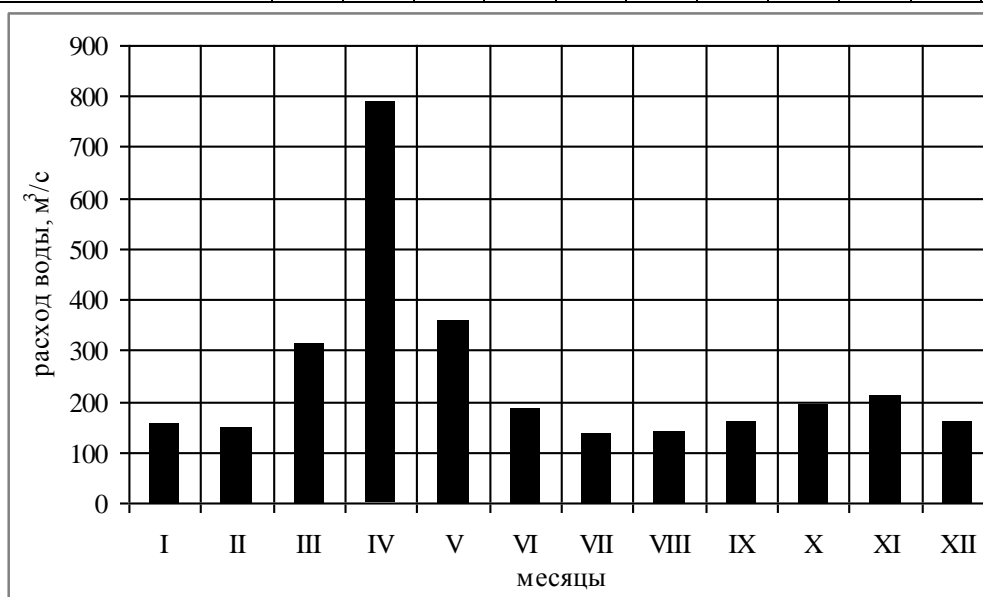


Рисунок 1 – Внутригодовое распределение стока воды на р. Западная Двина – г. Полоцк (среднее за период с 1980 по 2010 гг.)

Средняя продолжительность весеннего половодья составляет около 60–70 дней, а разница в продолжительности половодья от истока к устью составляет 8–10 дней. Обычно половодье проходит с марта по май, однако на малых и средних реках оно начинается несколько раньше и на него приходится от 43 % (рр. Полота, Дрисса, Нища) до 60 % (р. Суходровка) годового расхода. Максимальные значения половодья наблюдаются в конце марта – начале апреля (рисунок 1, 2; таблица). Среднее превышение половодья над низшим летним уровнем реки Западная Двина составляет от 3,34 м (1997 г.) до 9 м (1994 г.), на

малых реках 1,5–3 м. На реках бассейна Западной Двины, особенно на северо-востоке, весенние разливы наблюдаются сравнительно реже, чем на реках южной и западной частей территории, и они менее продолжительны (7–10 дней). Ширина разливов около 100–200 м. Глубина затопления пойм не превышает 1–1,5 м. Наблюдается общее уменьшение величин весеннего стока в направлении с севера на юг.

Летне-осенняя межень в бассейне р. Западная Двина обычно наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в конце ноября – середине декабря, когда появляются ледовые образования на реках. В некоторые годы при дружном прохождении весеннего половодья межень на реках начинается в конце апреля – начале мая, а в годы затяжного половодья или когда на его спаде идут дожди – в конце июня – начале июля. Средняя продолжительность летне-осенней межени на малых и средних реках до 140–165 суток, на крупных около 90–100 (96 на р. Западная Двина – г. Витебск). В многоводные годы межень становится короткой – 30–40 дней, а в маловодные годы она продолжительная, устойчивая и может длиться до 120–140 дней. Практически каждый год межень прерывается дождевыми паводками и складывается из 2, а в отдельные годы из 3–4 периодов (рисунок 2). Такая прерывистая межень характерна для рек Оршанской и Витебской возвышенностей. Сток летне-осенней межени на малых и средних реках составляет 5–20 % (1983, 2006 – 6–8 %), на крупных – 7–12 % годового. Наиболее маловодный период за исследуемый промежуток времени наблюдался преимущественно в начале августа, хотя в некоторые годы наблюдался в июне (1980, 1988, 1989, 2000 гг.) или сентябре (1983–1985, 1991, 2002 гг.), а в 2005 и 2007 гг. в октябре. Средняя продолжительность маловодного периода на малых и средних реках 5–30 суток, для крупных рек 15–50 дней.

Зимняя межень обычно начинается в конце ноября – середине декабря. Наиболее ранние даты наступления межени могут попадать на конец октября – начало ноября, наиболее поздние – на январь, заканчивается зимняя межень обычно в марте, крайние сроки межени – февраль, апрель. Продолжительность зимней межени на малых и средних реках изменяется от 49 до 136 дней, в среднем 50–80 дней. В отдельные годы межень прерывается зимними паводками из-за оттепелей и складывается из 2–4 периодов, как, например, в 1998 и 2006 гг. (рисунок 2). Водность зимней межени выше летне-осенней в 1,5–2 раза, хотя сток зимней межени составляет 5–15 % годового стока (1983, 1998), а в 2006 – 21 %. Наиболее маловодный период зимней межени наблюдается преимущественно в конце ноября – начале декабря. Продолжительность его на малых и средних реках до 60 суток, на крупных – до 70 суток.

За исследуемый период отсутствие стока как летом (пересыхание рек), так и зимой (перемерзание рек) не зарегистрировано.

Распределение стока внутри года имеет пространственные изменения (рисунок 3). На юго-западе и востоке бассейна расход весеннего половодья составляет около 50 % годового. Именно на этих территориях максимальная высота снега и большой запас воды в нем. В северной части доле весеннего расхода

43 % от годового, что, вероятно, связано с уменьшением высоты снежного покрова и запасов воды в нем.

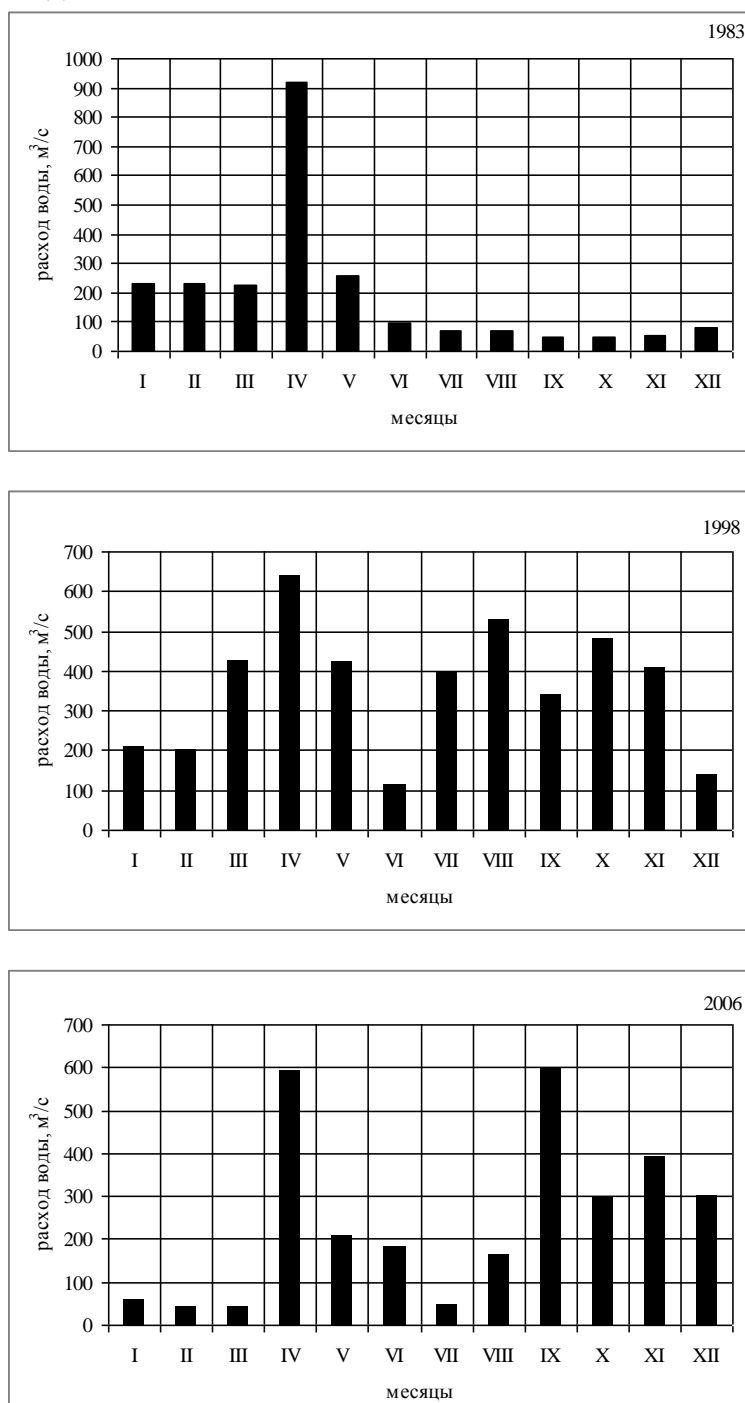


Рисунок 2 – Внутригодовое распределение расходов воды на р. Западная Двина – г. Витебск

Территорию бассейна можно разделить на 3 района:

- северный: доля весеннего стока невелика – 43 %, значительная доля летне-осеннего периода – 34 %, и наименьший сток наблюдается в зимний сезон – 23 % от годового;

- восточный: половина годового расхода приходится на весенний период, 33 % годового расхода – на летне-осенний период, наименьший сток в зимний период – 17 %;
- юго-западный: половина годового расхода в весенний период, одинаковый расход в летне-осенний и зимний периоды – по 25 %.

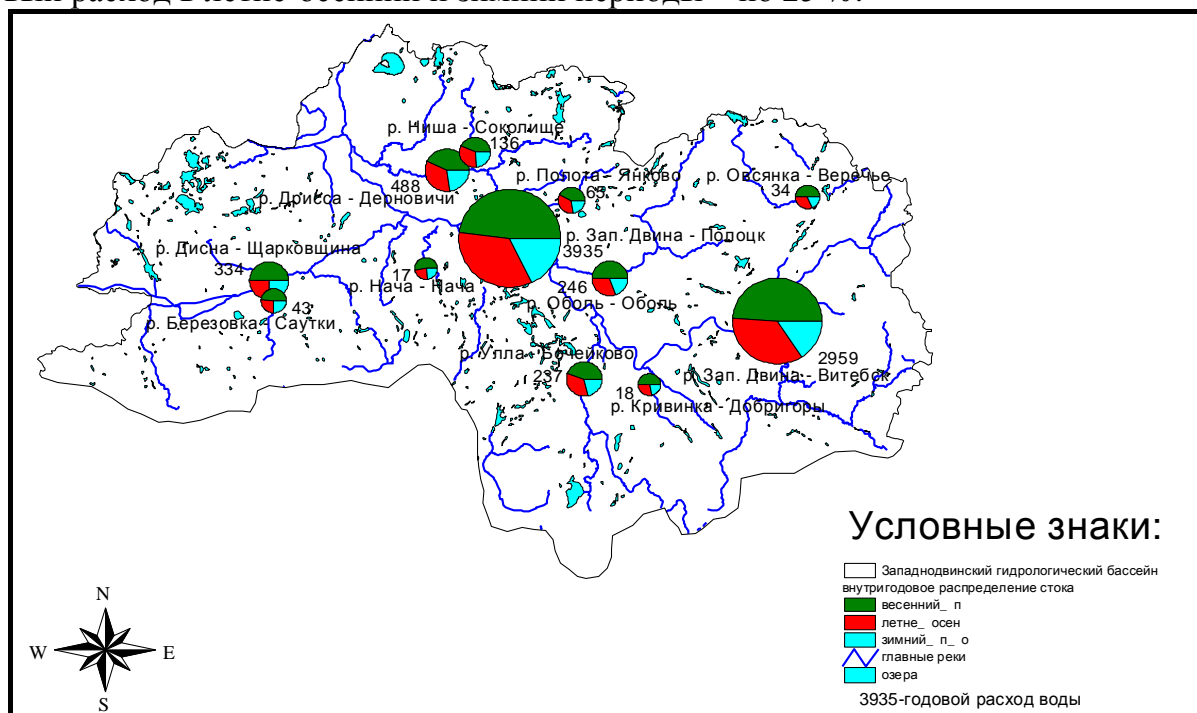


Рисунок 3 – Внутригодовое распределение стока

Таким образом, установлено, что во внутригодовом распределении расходов и уровней воды на реках бассейна Западной Двины за 1980–2010 гг. произошли изменения, и эти изменения необходимо учитывать при ведении водного хозяйства республики.

УДК 556

К. ЕРЕЧЕК-КОЖЕНЕВСКА, Э. ВОЗНЯК, Ф. ДУДА

Польша, г. Гданьск, Гданьский Университет

E-mail: geokjk@univ.gda.pl, remrem@o2.pl, filduda@gmail.com

**ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ИЗМЕНЕННЫХ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ БАЛТИЙСКОГО ТИПА
(ПОМОРЬЕ)**

Влажные земли занимают более 4 % площади Польши. Они состоят как из комплексов торфяников, так и из залежей небольшой площади. К числу первых относятся крупные торфяники, расположенные в долинах рек, например, Ноте-чи, Бебжи, на Полесье, а также в полосе побережья южной Балтики. Небольшие по площади торфяные болота характерны для всей страны, а прежде всего для послеледниковых территорий, для Поморья. Торфяники площадью менее 10 га составляют около 60 % торфяников Польши. Около 30 % – это залежи площадью от 10 до 100 га.

Исследования влажных земель до недавнего времени были продиктованы прежде всего необходимостью изучения возможности их осушения в целях эксплуатации торфа или для сельскохозяйственного использования. В последние годы взгляд на территории такого типа подвергся значительным изменениям. Когда-то считавшиеся ненужными, обременительными и опасными, сегодня они стали ценными и интересными объектами, которым нужна охрана. Оценена, в том числе, их роль в поддержке биологической разнородности, задерживании вод и аккумуляции углекислого газа. Особенно ценными считаются верховые болота, функционирование которых обусловлено прежде всего питанием из атмосферных осадков. Одним из типов верховых болот являются выпуклые торфяники, в польских условиях иначе называемые балтийскими. На территории Польши эти объекты в настоящее время охвачены заповедной охраной. Несмотря на это, из 80 известных крупных выпуклых торфяников, существовавших когда-то в северной Польше, ни один из них не функционирует полностью естественным образом, а большинство из них полностью разрушено.

Введение активной заповедной охраны торфяников привело к необходимости наблюдения за ними и мониторинга их состояния. В данной работе будут представлены три верховых торфяника балтийского типа, расположенные на Поморье. Это заповедники природы Белавске Блота, Чарне Багно и Лебске Багно. Первый из торфяников, площадью 720 га, расположен на Кашубском Побережье. Площади двух других несколько превышают 100 га. Они находятся недалеко друг от друга в прадолине Реды-Лебы.

Мониторинг подземных вод в торфяниках выполняется с помощью сети пьезометров и лимниграфов. Первые пьезометры и лимниграфы на описываемых объектах были установлены уже в 2007 г. Региональной дирекцией охраны среды

(RDOŚ) в Гданьске. В последующие годы в рамках реализации различных проектов измерительная сеть дополнялась и расширялась.

В настоящее время приборы, работающие на этих объектах, принадлежат RDOŚ, WFOŚiGW (Воеводскому фонду охраны среды и водного хозяйства) и FRUG (Фонду развития Гданьского университета). В 2012 г. в рамках дополнения измерительной сети торфяников на каждом из объектов были установлены метеорологические станции и пьезометры с лимниграфами (Белавске Блота 26, Чарне Багно 25 и Лебске Багно 14).

Целью данной работы является обзор измерительных сетей, которые создавались в процессе реализации проектов, направленных на различные цели, и проводимых субъектами с разным исследовательским подходом.

С гидрологической точки зрения анализ данных из таких измерительных сетей может вызвать интерпретационные сложности различного рода. Работа также представит неудобства, связанные с самим сбором и обменом данных между владельцами измерительных приборов. Несмотря на эти трудности, за годы измерений была составлена очень богатая база данных, позволяющая описать гидрометеорологические условия и составить предварительную оценку процедур активной охраны, проводимых во всех трех заповедниках.

УДК 551.465.4

Е.Е. ЕСЮКОВА, Ж.И. СТОИТ

Россия, г. Калининград, АО ИО РАН

E-mail: elena_esiukova@mail.ru, ocean_stont@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГУЛЯРНОГО МОНИТОРИНГА ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА В 2011– 2013 ГГ.

В северо-восточной части Вислинского (Калининградского) залива в районе пос. Прибрежный в течение более 2 лет (март 2011 г. – май 2013 г.) выполнялись регулярные наблюдения на участке берега длиной 700 м с периодичностью раз в неделю с 12 до 14 часов по местному времени. Программа мониторинга включала в себя описание берега, фотографирование, отмечалось состояние воды, а также за период 07.04.2012 г. – 01.12.2012 г. проводились измерения температуры и солёности воды (зонд HANNA), производился отбор биологического материала и проб воды. Основные составляющие мониторинга – это измерение ширины пляжа (поперек берега от уреза через пляж до репера) и подробная фотосъёмка. За период наблюдений (1 марта 2011 г. – 18 мая 2013 г.) было выполнено 115 измерений ширины пляжа на 6 профилях (рисунок 1) с точностью до 0,5 м. За период наблюдений были зафиксированы случаи сильного волнового размыва берега, моменты активного «цветения» и гиперцветения воды, массовой гибели рыбы, повышенного пенообразования, массового выноса тро-

стника на пляж. Проведён сравнительный анализ с использованием данных метеорологических наблюдений (архивы погоды для г. Балтийск).

По результатам наблюдений получен временной ход изменения ширины пляжа (рисунок 2) и связанного с ним относительного уровня залива за период наблюдений (март 2011 г. – май 2013 г.). Относительный уровень Вислинского залива тесно связан с уровнем режимом реки Преголи (коэффициент корреляции 0,91). Сравнение уровня реки Преголи (музейное судно «Витязь») и уровня Вислинского залива в точке наблюдений Нова Пасленка (Nova Paslenka, Польша) с наблюдаемым относительным уровнем у пос. Прибрежный за период мониторинга даёт высокие коэффициенты корреляции (0,81–0,94).

Анализ подтвердил, что подъёмы и спады уровня залива тесно связаны с ходом атмосферного давления и ветровым режимом, т.е. колебания уровня происходят под воздействием метеорологических факторов. При анализе временного хода атмосферного давления по данным [1] (среднесуточное значение) отмечена синхронность изменения атмосферного давления и ширины пляжа (коэффициент корреляции 0,5 между характеристиками). При анализе временного хода среднесуточной скорости ветра по данным [1] и относительного уровня Вислинского залива показана тесная связь параметров (коэффициент корреляции 0,64). Известно, что уровень в заливе зависит от направления и скорости ветра: при усилении ветров западных румбов происходит резкий подъём уровня.

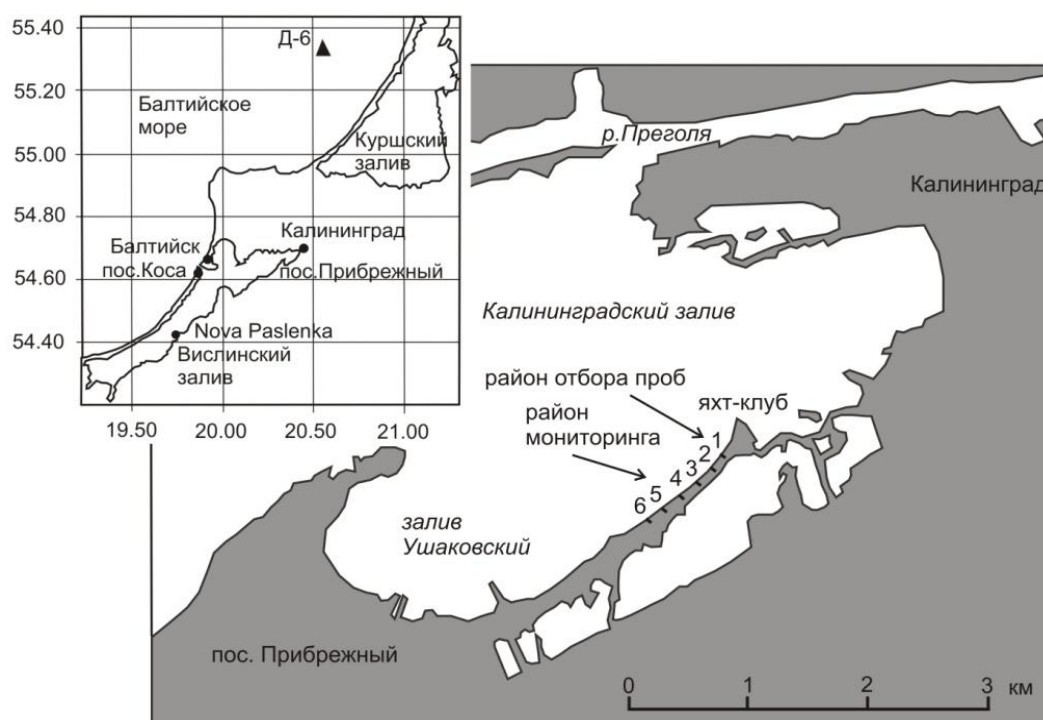


Рисунок 1 – Район мониторинга (цифрами обозначены положения стационарных профилей) и район отбора проб. На врезке показано расположение точек метеорологического мониторинга

Отмечено, что при усилении ветра от запада – северо-запада до штормового в отдельных случаях наблюдается полное исчезновение пляжа, что приводит к

сильной эрозии береговых склонов (оползни, волновой размыв). Состояние берегов зависит от штормовых нагонов. В осенне-зимний период 2011–2013 гг. при штормовом ветре (26–29.11.2011 г., 12–14.01.2012 г., 5–6.10.2012 г.) и нагонных явлениях наблюдалось резкое повышение уровня воды на северо-восточном побережье Вислинского залива в районе мониторинга, что привело к образованию уступов размыва высотой до 0,5–0,7 м, с отступанием бровки уступов в среднем на 1–2 м (на некоторых участках до 4 м). После штормов и сильной эрозии береговых склонов наносы мигрировали, вдольбереговые перемещения материала приводили к активному перераспределению песка и гальки, и часто скопления крупной гальки разной плотности покрывали большую поверхность песчаного пляжа. Периодически наблюдалась аккумуляция песка (валы до 20 см высотой и шириной до 2–3 м) у уреза, а также абразионные процессы с сильным вымыванием песка на определённых участках берега. Береговая эрозия и оползни береговых склонов Вислинского залива угрожают целостности дорог и строений, находящихся в непосредственной близости от берега. Например, небольшие строения уже попали в зону риска, т.к. бровка уступа за период наблюдений приблизилась почти на 1–2 м к основанию построек.

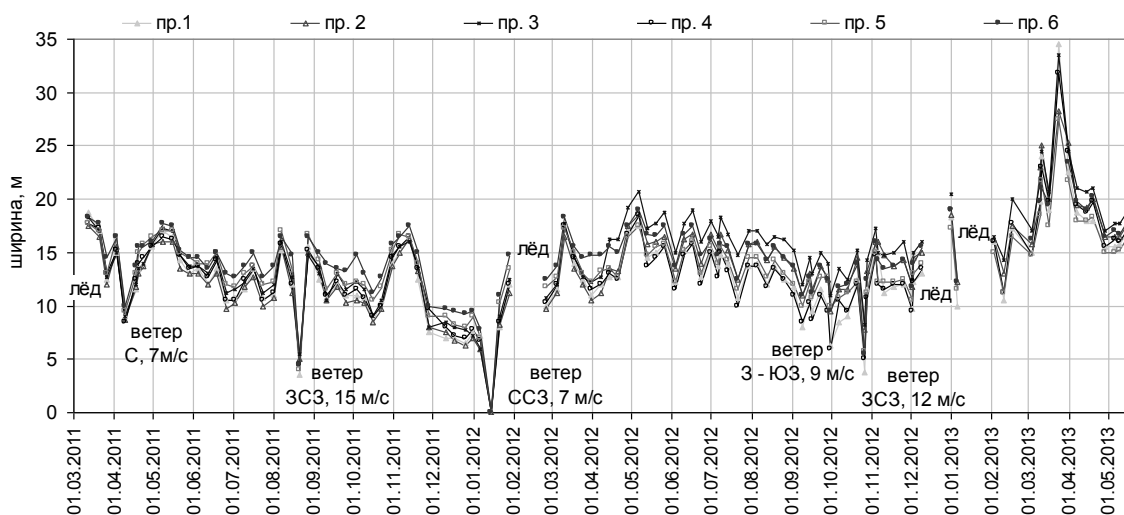


Рисунок 2 – Внутригодовые изменения ширины пляжа на каждом профиле за период наблюдений (1.03.2011 г. – 18.05.2013 г.)

Наблюдения за ледовой обстановкой показали, что при резком потеплении и усилении ветра западных румбов происходит разрушение ледового припая, дрейфующий лёд выдавливается на берег, происходит образование ледовых торосов с эрозией берега (гряды и валы песка и гальки достигали 20–70 см). Но влияние напоздающего льда на берег не носит такого катастрофического воздействия, как разрушительная сила штормов.

УДК 550.4+556.3 (477-25)

Е.С. ЗЛОБИНА

Украина, г. Киев, Институт геохимии, минералогии и рудообразования
имени Н.П. Семеново НАН Украины
E-mail: Zlobina-ekaterina@yandex.ru

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИТЬЕВЫХ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД БОРТОВОЙ ЧАСТИ ДНЕПРОВСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

Интенсивная добыча питьевых артезианских вод в бортовой части Днепровского артезианского бассейна (ДАБ) для целей водоснабжения и промышленного разлива достигает 145 тыс. м³ в сутки. Также в Киеве обосновано использование этих вод непосредственно через сеть колонок-бюветов. Все это обуславливает повышенные потребности в качественной всесторонней гидрогеохимической информации о состоянии и тенденциях к изменению химического состава подземных вод региона. Целью работы являлось определение эколого-геохимических закономерностей распределения микроэлементов в подземных водах сеноманского и юрского водоносных горизонтов бортовой части ДАБ на примере города Киева и его ближайших окрестностей.

В работе использовался комплексный подход, включающий как аналитические методы, в том числе высокочувствительный метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), так и математическое моделирование с последующим картографическим обобщением.

В геологическом отношении территория столицы Украины расположена в зоне сочленения двух региональных структур: северо-восточного склона Украинского щита и юго-западного борта Днепровско-Донецкой впадины. Особенности тектонического строения влияют на гидрогеологические условия залегания водоносных комплексов, их формирование, простираение и фильтрационные свойства водоупоров (Днепровская зона разрывных нарушений, Дарницкий разлом, Печерское поднятие в байосских отложениях).

В соответствии с современной гидрогеологической классификацией (Камзист Ж.С., Шевченко О.Л., 2009) сеноманский водоносный горизонт залегает на глубинах 78–160 м, юрский – на 175–320 м. Среди основных направлений техногенного влияния на химический состав подземных вод следует выделить: уменьшение количества качественных кондиционных вод, формирование депрессионных воронок, ухудшение технического состояния скважин, активизацию техногенного водообмена в окколоскважинном пространстве. Особенности геологической структуры в целом обеспечивают защищенность питьевых артезианских вод от техногенного влияния.

В результате проведенных исследований установлено постепенное изменение химического состава вод в северо-восточном направлении от гидрокарбонатно-кальциевого типа на правобережье до гидрокарбонатно-хлоридного кальциевого-натриевого. Это соответствует общей закономерности изменения состава макрокомпонентов в подземных водах ДАБ.

По данным автора и данным Центра аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины на протяжении 2000-2007 гг. проведено опробование скважин в различные сезоны года. Закономерностей колебания содержания хлоридов, сульфатов, сухого остатка, фтора, железа не было установлено.

Большой интерес вызывает установление амплитуды колебаний и фоновых содержаний микроэлементов в подземных водах (рисунок 1). Впоследствии на основе составленной выборки данных, включающей результаты опробования более 180 бюветных комплексов, с помощью гис-технологий были построены схемы распределения Ba, Bi, Cr, Cu, Fe, La, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn, Zr в бюветных водах г. Киев. Пространственные закономерности распределения микроэлементов в период исследований 2007–2012 гг. не были установлены.

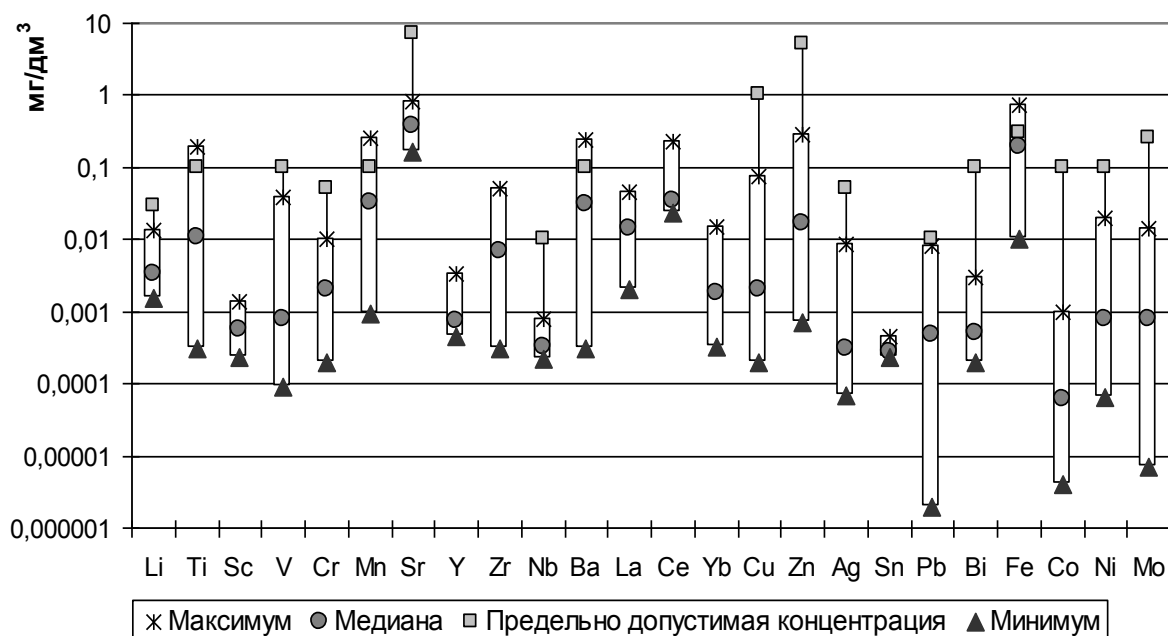


Рисунок 1 – Диаграмма фоновое содержания микроэлементов по медиане в подземных водах сеноманского водоносного горизонта

В связи с широким употреблением населением артезианских вод актуальной задачей является определение их биогеохимических особенностей. Украинским нормативом ДСанПиН 2.2.4-171-10 установлены следующие показатели полноценности минерального состава питьевой воды, мг/дм³: К 2–20; Са 25–75; Mg 10–50; Na 2–20; F 0,7–1,2; сухой остаток 200–500. Для эколого-геохимической оценки влияния других микроэлементов недостаточно данных, потому используются оценочные методики. Например, по методике Барвиша М.В., Шварца А.А. (2000 г.) автором рассчитана биологически значимая концентрация (БЗК) для тяжелых металлов, эссенциальных и редких элементов.

На основе комплексного анализа химического состава бюветных вод и расчета БЗК выделены химические элементы, содержание которых может оказывать влияние на микроэлементный баланс организма человека: Са, Mg, Na, Ва,

Mn, Cr, Sc, Y; а также эссенциальные элементы, содержание которых недостаточно: Co, Cu, Mo, Se, F, Zn, V.

Совместно со специалистами Института микробиологии и вирусологии имени Д.К. Заболотного (Злобина Е.С., Тугай А.В., 2012) проводились исследования видового состава микроскопических грибов в бюветных водах. Выделено 5 родов, 15 видов грибов. В период исследований не наблюдалась значимая корреляция между содержанием тяжелых металлов и микромицетов. Проведенная работа является новым этапом биогеохимического познания при геологических исследованиях и может использоваться для оценки экологического состояния при экологическом мониторинге подземных вод.

Таким образом, в сравнении с поверхностными водами р. Десна и р. Днепр, на которые приходится 85 % водоснабжения города, питьевые артезианские воды характеризуются высоким качеством. При дальнейших мониторинговых исследованиях их химического состава особое внимание целесообразно уделить динамике изменения содержаний Cl, Na, Ba, Fe, Mn, содержание которых в условиях интенсивной эксплуатации в отдельных случаях может достигать и превышать предельно допустимые концентрации.

Создание единой информационной системы, которая включала бы все скважины сеноманского и юрского водоносных горизонтов бортовой части ДАБ, смогло бы существенно улучшить координацию усилий по исследованию эколого-гидрогеохимического состояния подземных вод, которые используются для питьевых нужд столичного региона Украины. Единая система управления бюветным хозяйством города – это гарантия стабильной бесперебойной его работы, а значит, и неизменного во времени высокого питьевого качества артезианских вод.

УДК 502.175+502.174.3:627.8.09

Л.Н. ЗУБ¹, А.И. ТОМИЛЬЦЕВА²

Украина, г. Киев, ¹Научный центр экомониторинга биоразнообразия мегаполиса НАН Украины; ²Киевский национальный университет технологий и дизайна

E-mail: lesyazub@yandex.ru

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РАБОТЫ МАЛЫХ ГЭС В СВЕТЕ КОНЦЕПЦИИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

В настоящее время все больше возрождается интерес к работе малых ГЭС, которые характеризуются простотой выработки возобновляемой электроэнергии. Но такое повышение роли малой гидроэнергетики требует детальных исследований с целью прогноза влияния как малых ГЭС, так и возникающих рядом с ними водоемов на качество воды в реке и состав водной и околородной биоты.

Именно поэтому актуальной является разработка специальной системы экологического мониторинга, направленной на оценку воздействия малой гидроэнергетики на функционирование естественных гидроэкосистем.

Зарегулирование стока реки в результате строительства малых ГЭС влечет за собой существенные экологические изменения, приводящие к нарушению естественного гидрологического режима, потери целостности реки, фрагментации ее экосистемы и миграционных путей, трансформации биотопов. Работа малых ГЭС сопровождается не свойственными реке годовыми и суточными колебаниями уровней, нарушением природных сезонных ритмов.

В современных условиях лесостепной зоны Украины природные или приближенные к ним ландшафты занимают менее чем четверть площадей водосборных бассейнов. При таких условиях водохранилища, возникшие при строительстве малых ГЭС, берут на себя функции утраченных естественных биотопов, в первую очередь – пойменных. Они представляют собой водоемы с экосистемами озерного типа, что обуславливает поддержание в них уровней продуктивности биоценозов, достаточных для обеспечения самоочищения и самовозобновления. Они характеризуются небольшими площадями заросших мелководий, относительно высокой рыбопродуктивностью, удовлетворительным газовым режимом и значительным биотическим разнообразием. В результате естественных процессов (переработка береговой линии, стабилизация и зарастание мелководий, заиление донных отложений и т.д.) эти водоемы, техногенные по происхождению, становятся неотъемлемой составной окружающей среды. И главным условием водопользования на таких водоемах должно быть поддержание в них воды высокого качества и сложившегося биотического разнообразия.

Экологические требования эксплуатации водохранилищ, сооруженных при малых ГЭС, определяются чувствительностью/толерантностью отдельных составных экосистемы к гидрофизическим и гидрохимическим изменениям, сопровождающим работу гидроузлов. Именно поэтому комплексная система наблюдений за состоянием экосистемы водоема под влиянием работы малых ГЭС должна строиться на оценке биотического разнообразия гидробионтов и отслеживании условий поддержания этого разнообразия.

На основании материалов комплексных гидробиологических исследований, проведенных на водохранилищах, сооруженных при малых ГЭС, в лесостепной зоне Украины (2001–2002 гг. – на Сутиском, Броцлавском и Чернятковском водохранилищах, р. Южный Буг; 2010–2011 гг. – на Стебливском и Корсунском Чернятковском водохранилищах, р. Рось) нами выделен ряд показателей, которые необходимо учитывать при оценке влияния работы малых ГЭС на состояние гидроэкосистем.

Система экологического мониторинга работы малых ГЭС должна включать в себя три основных блока:

1. Мониторинг гидрологических параметров (водности, объемов и режима попусков, долго- и кратковременных колебаний уровня воды, сезонных сработок, внутрениводоемную динамику водных масс). Приоритетными направлениями является контроль:

- максимального уменьшения амплитуды колебания суточных уровней в весенне-раннелетний период с целью предотвращения гибели гидробионтов и обеспечения условий для их возобновления (в том числе и возобновления рыбных запасов);

- минимальной сработки уровней в осенне-зимний период с целью создания условий для успешной зимовки гидробионтов;

- проведения эколого-санитарных и репродукционных попусков, имитирующих естественный гидрологический режим половодья и паводков с их экологической функцией промыва и предотвращения заиления;

- поддержания оптимального водообмена, который могут обеспечить соответствующие специальные попуски (например, чередование разного расхода воды на протяжении суток, недели, декады – высокой биопродуктивностью характеризуются водоемы с периодом водообмена 5–12 сут., сезонные сработки).

2. Мониторинг биотических параметров (на разных уровнях организации), особое внимание необходимо уделять:

- мониторингу биотического разнообразия природных видов;

- мониторингу проникновения и распространения адвентивных видов;

- контролю состояния раритетной составной биоразнообразия (редких, исчезающих, охраняемых на разных уровнях организации виды и сообщества);

- контролю состояния наиболее уязвимых в экологическом плане видов (уменьшение доли «специализированных» (реофильных, неустойчивых к колебаниям уровня, повышению трофности водоема) видов, увеличения роли видов с широкой экологической валентностью, лимнофильного и болотного комплексов);

- оценке перестройки (упрощению) ценотической структуры сообществ гидробионтов;

- перераспределению площадей, занятых отдельными сообществами, в первую очередь ценозами высших водных растений (зарастание водоемов).

3. Мониторинг качества воды (основных гидрохимических показателей, определение качества воды, выявление точечных и линейных очагов загрязнения, объемов загрязнения), который должен быть направлен на отслеживание:

- превышения оптимальных и предельно допустимых объемов сбросов сточных загрязненных вод (тех, которые могут быть обезврежены за счет самоочищающейся способности экосистемы);

- изменение видового состава, численности и продукционных показателей видов-индикаторов качества воды;

- изменение хода продукционных процессов (увеличение биомасс, продуцируемых видами с широкой экологической амплитудой, способных выдерживать антропогенное эвтрофирование водоемов; перераспределение путей трансформации энергии, рост величин первичной продукции в водоеме до возникновения явления «цветения» воды);

- изменения качества воды в сторону ухудшения (класса качества, зоны сапробности и т.д.).

Ведение специальной системы экологического мониторинга влияния малых ГЭС на гидроэкосистемы позволит оптимизировать работу гидроузлов, уси-

лить экологическую составляющую этого процесса, повысить социально-экономическую значимость.

УДК 504.455:504.052:528.88

Д.В. ИВЧЕНКО, О.В. АЛЕХИНА

Украина, г. Львов, Физико-механический институт имени Г.В. Карпенко
НАН Украины

E-mail: alokhina@ipm.lviv.ua, divchenko@ipm.lviv.ua

МОРФОМЕТРИЯ ОЗЕР УКРАИНСКОЙ ЧАСТИ ТБР «ЗАПАДНОЕ ПОЛЕСЬЕ» ЗА 24-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Озера украинской части Трансграничного биосферного резервата «Западное Полесье» (ТБР-ЗП) имеют различное происхождение и играют важную роль в формировании его природной среды. Очень важную и достаточно негативную роль в формировании нынешнего состояния большинства озер Волынского Полесья сыграло проведение крупномасштабных мелиоративных работ. Осушение болот, которые выступали своеобразной «губкой», удерживая при этом уровень воды в озерах, привело к его снижению и соответственно изменило состояние многих озер, особенно малых. Наряду с мелиорацией, на протяжении XX столетия имела место ускоренная антропогенная эвтрофикация многих озер, в том числе и группы озер северо-западной части Украины.

В настоящей работе по данным космической съемки была исследована динамика изменения за период 1986–2010 гг. морфометрии 23 озер в пределах биосферного резервата (БР) «Шацкий», который формирует украинскую часть ТБР-ЗП. Эти озера являются характерными представителями озер Полесья.

Для исследования использованы данные космической съемки территории БР «Шацкий» спутником Landsat 5 TM за июль 1986, 1994, 2006 и 2010 гг. Классификация космоснимков с обучением выполнена в программном комплексе (ПК) ENVI. Для выделения чистого водного зеркала озер и участков с водной растительностью рассчитывался также нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI).

Векторные слои водных объектов с растительностью и без нее (чистое водное зеркало озера), полученные в результате тематической классификации посредством ПК ArcGis 9.1, использованы для расчета морфометрических характеристик озер, а именно: площади ($S_{\text{общ.}}$), длины береговой линии (l) и площади чистого водного зеркала ($S_{\text{в.з.}}$). Для каждого озера был рассчитан также коэффициент изрезанности береговой линии ($K_{\text{п}}$) по формуле (1):

$$K_{\text{п}} = l / 2\pi \sqrt{S_{\text{общ.}}} \quad (1)$$

где l – длина береговой линии озера, $S_{\text{общ.}}$ – общая площадь озера.

Увеличение биогенных веществ в водоеме приводит к увеличению продуктивности растительности в нем, что, в свою очередь, приводит к уменьшению площади его водного зеркала. В случае маленьких озер большое количество продуктивной растительности может привести к их полному зарастанию и впоследствии к исчезновению. С использованием данных $S_{\text{общ.}}$ и $S_{\text{в.з.}}$ по формуле (2) был рассчитан параметр, который позволяет быстро оценить степень зарастания озер:

$$\rho' = 1 - (S_{\text{в.з.}} / S_{\text{общ.}}) \quad (2)$$

где ρ' – коэффициент зарастания, $S_{\text{в.з.}}$ – площадь чистого водного зеркала озера, $S_{\text{общ.}}$ – общая площадь озера. Для учета параметра (ρ') использована шкала 0...1, то есть при полном зарастании водоема $\rho' = 1$, а при полном отсутствии растительности на поверхности водоема – $\rho' = 0$.

Такая оценка является достаточно «грубой». Тем не менее ее довольно легко получить, и хотя бы на первом этапе она является полезной и дает удовлетворительные результаты. При необходимости дальнейших уточнений можно использовать другие более сложные алгоритмы.

Для более удобной обработки полученных результатов озера были разделены на группы по величине (площади): 1) большие (>500 га), 2) средние (100–500 га), 3) небольшие (10–100 га) и 4) маленькие (<10 га).

Наименьшим изменениям с точки зрения зарастания подвержены озера 1-й группы: оз. Свитязь, оз. Луки и оз. Пулемецкое. Это большие озера, которые сегодня подвергаются достаточно серьезному антропогенному воздействию за счет резкого возрастания, в первую очередь, рекреационных мощностей.

Однако за счет размеров и соответствующих объемов водной массы их состояние, по сравнению с меньшими озерами, является более стабильным. Коэффициент зарастания больших озер не превышает 0,2 (рисунок 1).

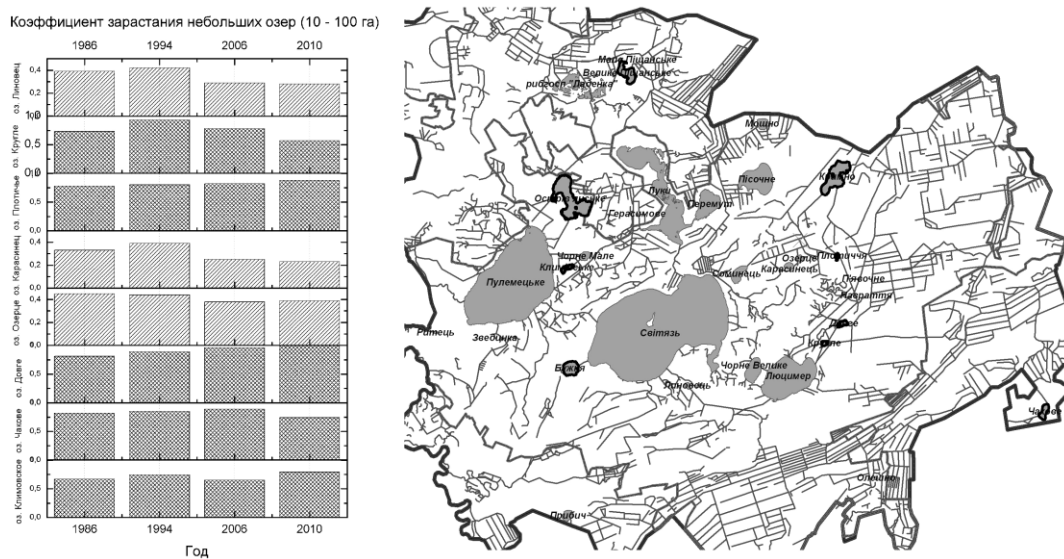


Рисунок 1 – Коэффициент зарастания озер 1 группы

Наибольшие изменения, особенно в летний период, происходят на озерах 4-й группы, таких как Олешно, Ритец, Герасимово, Звездинка, Навратье и Пья-

вочное. В летний период значение ρ' для всех маленьких озер приближается к 1. Такие озера, как Пьявочное и Навратье, на протяжении всего периода с 1986 по 2006 г. имели $\rho'=1$ и к 2010 году исчезли полностью.

Очевидно, что коэффициент ρ' имеет сезонную динамику, которая проявляется в покрытии поверхности воды растительностью в летний период и появлении в определенных случаях чистого водного зеркала в осенний и весенний периоды. Тем не менее ежегодное накопление все большего комплекса биомассы в озерах с течением времени приводит к их зарастанию.

Среди 2-й и 3-й групп, средних и небольших озер, наиболее сложной является ситуация для озер Крымно, Остривьянское, Кругле, Довге, Плотичье, Чакове, Климовское, Большое Пищанское и заливы Бужня (рисунок 2).

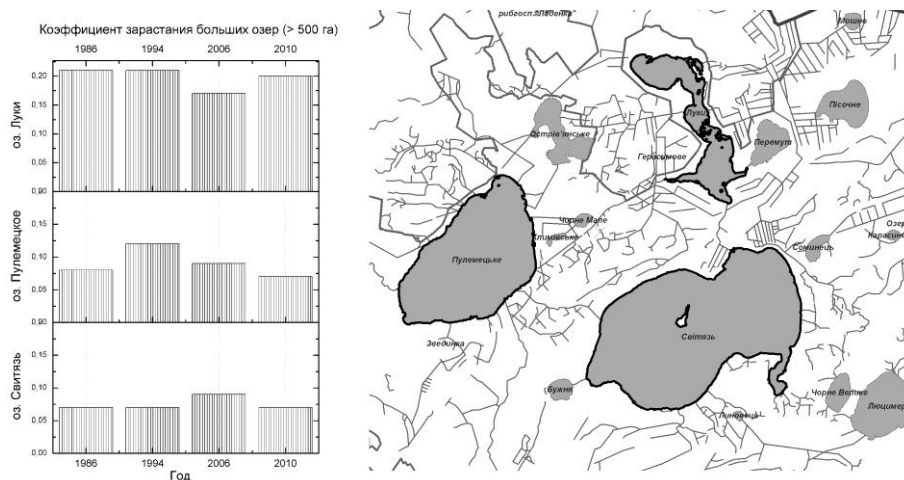


Рисунок 2 – Коэффициент зарастания озер 2 и 3 групп

Береговые линии озер, особенно озер неправильной формы, с годами становятся более изрезанными. Поэтому периметр озера увеличивается, а площадь водного зеркала уменьшается. Для некоторых озер береговые линии сливаются с окружающими болотными массивами.

Их донные отложения представлены илом, в котором отмечается высокое содержание органических веществ, которые относят к сапропелям. В некоторых случаях, как с озером Линовец, толщина ила составляет 10 м – озеро находится в фазе зарастания.

Проведенная оценка состояния озер украинской части ТБР-ЗП позволяет утверждать, что большинство озер данной территории, особенно малых, находится на грани исчезновения. Другие озера становятся менее пригодными для рекреации. Одной из причин является существенное заиливание, которое постепенно приводит к зарастанию озер и со временем к их превращению в болота. Другая причина – поступление с сельскохозяйственных угодий в водоемы соединений фосфора и азота, что в результате приводит к эвтрофикации озер.

Д.А. КАПИЦА

Беларусь, г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: alsokol@tut.by

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАБОРА, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СБРОСА ВОД ПРЕДПРИЯТИЯМИ ГОМЕЛЯ

Хотя водные ресурсы относятся к категории возобновляемых, их интенсивное использование в отдельных районах и на некоторых производствах нередко неоправданно завышено, что приводит к возникновению их дефицита и, как следствие, тормозит экономическое и социальное развитие данной территории. Практически во всех видах водопотребления имеются существенные резервы экономии водных ресурсов. Особенно велики они в промышленности. Для большинства промышленных производств требования к качеству используемой воды значительно менее жесткие, чем к составу вод, подлежащих сбросу в водный объект или в городскую систему водоотведения. Поэтому производственные сточные воды гораздо выгоднее направлять на повторное использование в системах оборотного и последовательного водоснабжения, чем подвергать очистке, удовлетворяющей условиям сброса.

Целью данной работы явилось проследить динамику забора природных вод предприятиями Гомеля и Гомельского района, их использования и сброса в природные источники и выявить тенденцию изменения этих показателей за последние годы.

В целом за 2012 г., по данным Гомельской горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, объём забора воды предприятиями составил в городе Гомеле 53,67 млн м³ (из них воды из поверхностных источников – 7,81, а из подземных – 45,85 млн м³), в Гомельской районе – 5,51 млн м³ (соответственно 1,06 и 4,45 млн м³). С 2009 г. общий забор воды оставался примерно на одном уровне с небольшими колебаниями. Однако соотношение забранных подземных и поверхностных вод предприятиями Гомеля существенно меняется. Объём забранных поверхностных вод постепенно снижается, так, если в 2009 г. он составлял 22,59 млн м³, то в 2012 – 7,81 млн м³, то есть произошло почти трёхкратное снижение данного показателя. Отношение подземные воды / поверхностные воды, в 2009 г. составлявшее 1,5, постепенно увеличивалось и в 2010 г. составляло 1,56, в 2011 – 4,87, а в 2012 достигло 5,87. Таким образом, объём забранных вод из подземных источников с 2009 году увеличился на 35,6 %, а поверхностных снизился на 65,4 %.

Объём использования вод (рисунок) в целом постепенно уменьшается и в 2012 г. составил 87,2 % от уровня 2009 г., или меньше на 5,54 млн м³. Снижение использования на хозяйственно-бытовые нужды является последовательным и более существенным – на 22,7 % за тот же период, тогда как использование на производственные нужды в 2010 г. возросло на 28,9 % (на 3,84 млн м³), а в последующие годы снижалось медленными темпами, превысив в 2012 г. уровень 2009 г. на 9,5 %.



Рисунок – Динамика объёмов использования вод предприятиями г. Гомеля, млн м³

Объём сброшенных сточных вод имеет тенденцию к повышению. Так, в 2009 г. он составлял 55,45 млн м³, а в 2012 г. увеличился на 22,42 млн м³ или 42,8 %. Максимальное количество сброшенных вод наблюдалось в 2011 г. – 80,7 млн т. Все сточные воды сбрасываются в поверхностные водотоки – реки Сож и Уза. Объём нормативно очищенных на очистных сооружениях сточных вод является стабильным – в пределах 47–51 млн м³. В отличие от него, объём нормативно чистых вод, сбрасываемых без очистки, существенно увеличился: в 2012 г. (28,03 млн м³) он был в 6 раз больше, чем в 2008 г. В 2012 г. впервые за рассматриваемый период предприятиями были сброшены загрязнённые воды с недостаточной очисткой в объёме 0,79 млн м³.

Большой интерес представляет динамика расхода воды в системе оборотно-повторного водоснабжения. За 2010–2012 гг. этот показатель остаётся относительно стабильным, составляя 370–400 млн м³ в год (для сравнения, в 2009 г. он был равен 136,88 млн м³).

Анализ показателей забора, использования и сброса вод предприятиями города Гомеля позволил сделать некоторые выводы об их динамике. Если общий показатель забора сточных вод остаётся величиной стабильной, то в его структуре наблюдается снижение доли поверхностных и возрастание доли подземных вод. Объём использования вод имеет некоторую тенденцию к уменьшению, наиболее выраженную для использования на хозяйственно-бытовые нужды, а объём сточных вод постоянно увеличивается заметными темпами. При этом остаётся стабильным объём очищенных на очистных сооружениях вод.

Эти закономерности необходимо учитывать при планировании рационального использования и охраны водных ресурсов города Гомеля.

УДК 556.555(476) (043.3)

П.И. КИРВЕЛЬ¹, А. ZIELIŃSKI², А. СНОІŃSKI³

¹Беларусь, г. Минск, Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники;

²Польша, г. Кельце, Университет имени Я. Кошановского; ³Польша, г. Познань, Университет имени А. Мицкевича

E-mail: pavelkirviel@yandex.by

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА И МОДЕЛИРОВАНИЯ НАРАСТАНИЯ ЛЬДА ОЗЁР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Ледовый режим озёр Беларуси в последние 20–25 лет претерпел существенные изменения, основной причиной которых явился устойчивый положительный тренд зимних температур воздуха на фоне общего повышения среднегодовых температур воздуха [2]. На увеличение мощности льда оказывают влияние гипсометрическое положение водоёма, морфометрия котловины, характер донных отложений и их мощность. Толщина ледяного покрова является определяющим фактором при оценке грузоподъемности и сроков действия зимников по льду озёр и формировании их береговой линии. Анализ ледовой обстановки на озёрах Беларуси и Польши показывает, что глобальное изменение климата стало причиной крупномасштабных воздействий на физические и геохимические характеристики водоёмов и их побережий. Как отмечают ряд авторов [5–8], наблюдаемые экологические изменения будут происходить и в будущем при прогнозируемых климатических условиях. В условиях отсутствия многолетних данных натурных наблюдений для большинства озёр особое значение для решения практических задач, связанных с их использованием, имеет прогнозирование и моделирование внутриводных процессов, протекающих в озёрных экосистемах и контролируемых термическими условиями.

Для выявления закономерностей нарастания льда нами были выбраны 20 репрезентативных озёр площадью от 0,17 до 79,62 км², имеющих различные типы котловины и данные мониторинга ледовой обстановки по 14 ближайшим к ним станциям (постам), на которых ведутся регулярные метеорологические наблюдения. Результаты показали, что практически на всех водоёмах Республики Беларусь в последние два десятилетия наблюдается существенное уменьшение толщины льда и её максимальных величин на 10–13 см, а среднегодовой – на 4–9 см, при этом увеличилась повторяемость лет с неустойчивым ледоставом, по сравнению с предшествующим сорокалетним периодом. Это может объясняться существенным уменьшением стока с водосборной территории и силы ветра на озерах Полесского региона; уменьшением температуры воды на озерах Белорусского Поозерья, приведшее к уменьшению их теплозапасов на за осенний период [1].

Поскольку наблюдения ведутся в основном на крупных озёрах и водохранилищах республики площадью от 1 до 10 км² и более, составляющих около

10 % от общего их количества, а также в связи с трудностью проведения исследований и расчётов по существующим моделям нами для практического применения построены эмпирические зависимости, отражающие зависимость максимальной толщины льда от метеоусловий, которые могут использоваться как аналоги для определения искомым величин на других водоёмах.

Эти зависимости аппроксимируются уравнением:

$$h_{\max} = \alpha t^2 + \beta t + c, \quad (1)$$

где t – сумма декадных температур за зимний период (декабрь – февраль), α , β , c – эмпирические коэффициенты (табл. 1).

Таблица – Эмпирические коэффициенты расчётных зависимостей

	α	озеро	c	R^2
Освейское	-0,0031	-0,7366	22,81	0,78
Нещердо	-0,004	-0,7869	18,822	0,51
Дривяты	-0,0044	-0,7435	20,384	0,56
Мястро	-0,0031	-0,7307	20,09	0,80
Нарочь	-0,0049	-0,8426	18,669	0,68
Выгонощанское	-0,0006	-0,4554	23,526	0,78
Червоное	-0,0033	-0,6285	21,189	0,70

По результатам расчётов построена картосхема среднемноголетней максимальной толщины льда, которая отражает пространственную дифференциацию количественных показателей максимальной толщины льда, осреднённой за многолетний зимний период (декабрь – февраль). Данная картосхема согласуется с опытными расчётными картами отрицательных температур, построенными в гидрометеослужбе Республики Беларусь (рисунок).

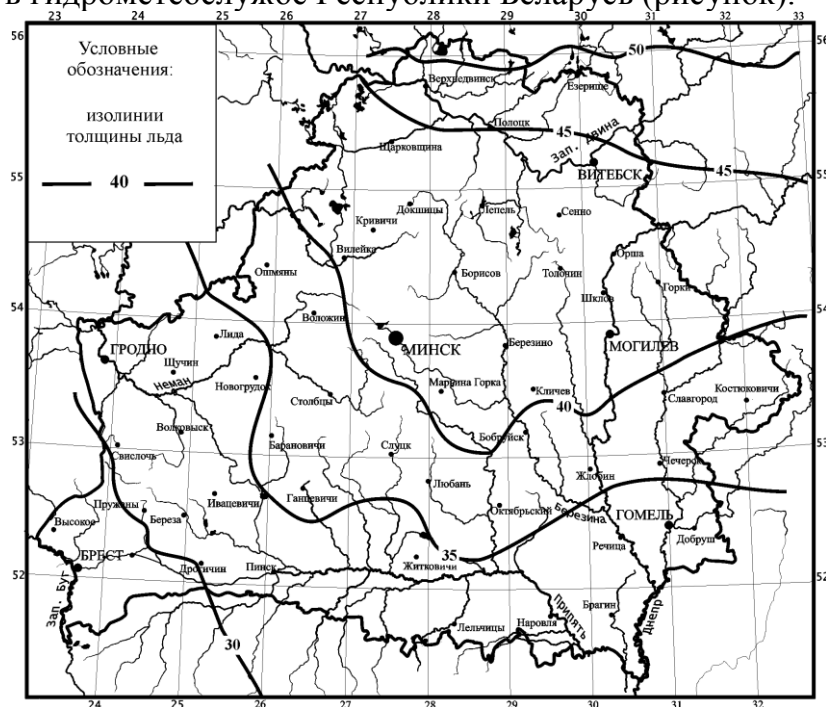


Рисунок – Картосхема величин максимальной толщины льда, осреднённая за холодный период (декабрь – февраль) 1979–2007 гг.

На основании полученных результатов о ледовом режиме водных объектов в прикладных целях может быть проведена разработка комплексных мероприятий по использованию и охране озёр и создание методических и практических рекомендаций для экономики Республики Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирвель, П.И. Особенности ледового режима озёр Беларуси / П.И. Кирвель // Вес. Беларус. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2007. – № 3. – С. 59–65.
2. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
3. Якушко, О.Ф. Озероведение. География озёр Белоруссии / О.Ф. Якушко. – Минск : Выш. шк., 1981. – 224 с.
4. Arnell, N.W. Climate change and global water resources: SRES emissions and socioeconomic scenarios / N. Arnell // *Global Environmental Change*. – 2004. – Vol. 14. – P. 31–53.
5. Climate change and biodiversity in Europe: a review of impacts, policy responses, gaps in knowledge and barriers to the exchange of information between scientist and policy makers : final rep. / NERC Centre for Ecology and Hydrology, Banchory Research Station ; ed.: R. Brooker, J. Young. – London : DEFRA, 2006. – 60 p.
6. Climate – driven trends in contemporary ocean productivity / M. Behrenfeld [et al.] // *Nature*. – 2006. – Vol. 444, N 7120. – P. 752–755.
7. Effect of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland / K. Hiscock [et al.] // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. – 2004. – Vol. 14, iss. 4. – P. 333–362.
8. Pavel Kirvel. Ice conditions of lake in Przedboska Upland and Nida Trough / Pavel Kirvel , Artur Zieliński, Adam Choiński// *Natural and Anthropogenic Transformations of lake: materials of International Limnological conference, 19-21 september 2012 – Łagów Lubuski (Poland) / Inst. of Meteorol. and Water Management – National Research Institute*. – Poznań, 2012. – P. 50–51.

УДК 504.45

О.М. КОПЫЛОВА, Н.М. ВОЗНЮК

Украина, г. Ровно, НУВХП
E-mail: Pralinetka92@mail.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ ДНЕПР

Экологическое состояние реки Днепр очень сложное. Вследствие техногенной деятельности воды загрязнены радионуклидами, соединениями тяжелых металлов, азота, нефтепродуктами, пестицидами и другими вредными веществами. Среди веществ, концентрации которых превышают ПДК, отмечаем присутствие азота аммонийного, нитритов, фосфатов, железа общ., марганца и др.

Для оценки качества поверхностных вод реки Днепр нами была выполнена упрощенная экологическая оценка (КНД 211.1.4.010-94) путем вычисления экологического индекса в пункте наблюдения ближайшем к границе Беларуси с Украиной. В период с 2005 г. до 2007 г. исследования проводились на основе данных, предоставленных пунктом наблюдения, расположенным в с. Лоев Гомельской области (Беларусь), в 2008–2010 гг. контроль за качеством воды проводился вблизи с. Каменка Черниговской области (Украина) и вблизи устья (г. Херсон).

Рассчитанный экологический индекс включает в свой состав три комплексные оценки: индекс содержания компонентов солевого состава, индекс трофосапробиологических показателей и индекс специфических показателей токсического и радиационного воздействия. Размер составляющих индексов определяется для всех блоков по относительным показателям, рассчитанным на основе среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, имеющих наихудшие значения.

На основе рисунка 1 можно говорить о том, что индекс содержания компонентов солевого состава колеблется в течение исследуемого периода. Заметна тенденция, что данный показатель выше в пункте наблюдения, расположенном в г. Херсон, за исключением 2009 г., когда данное значение выше в пункте наблюдения на входе реки Днепр на территорию Украины. Рисунок 2 представляет нам динамику изменения индекса содержания компонентов трофосапробиологического состава. Наибольшее его значение наблюдалось в 2005 г. и составило 6,53 (в пункте наблюдения, ближайшем к границе Беларуси с Украиной). Во все остальные годы значение данного показателя было выше в устьевом пункте наблюдения. Относительно динамики изменения индекса содержания специфических показателей (рисунок 3) можем отметить совсем другую тенденцию, когда данный показатель имеет высокие значения в трансграничном пункте наблюдения (кроме 2005 г.).

Конечным этапом данной работы стало определение экологического индекса. На основе рисунка 4 можно сделать выводы, что лучшее качество воды в первом исследуемом пункте наблюдения было отмечено в 2009 г., когда экологический индекс принял наименьшее значение и составлял 4,2, качество воды соответствует III-му классу пятой категории (вода загрязнена, состояние водной среды удовлетворительное). Хуже качество воды в данном месте наблюдалось в 2008 г. ($I_3 = 6,0$), IV-й класс шестой категории (вода грязная, состояние водной среды переходное). На устьевом пункте наблюдения лучшее качество наблюдалось в 2008 г. ($I_3 = 6,03$), а худшее в 2006 г. ($I_3 = 6,47$). Разница в качестве воды по годам незначительная в г. Херсоне, что позволяет нам идентифицировать воды реки Днепр на уровне V-го класса седьмой категории (вода очень грязная, состояние водной среды неудовлетворительное). Приоритетными в формировании таких значений экологического индекса стали показатели трофосапробиологического состава, лишь в отдельных случаях качество воды было определено специфическими показателями токсического и радиационного воздействия.

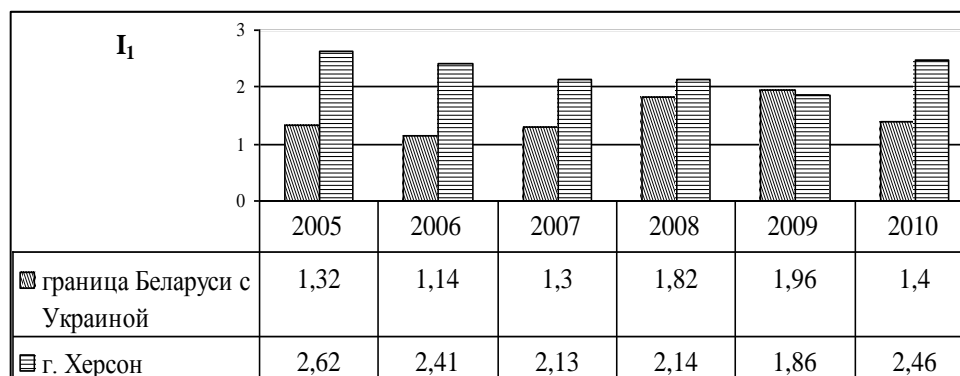


Рисунок 1 – Динамика изменения индекса содержания компонентов солевого состава

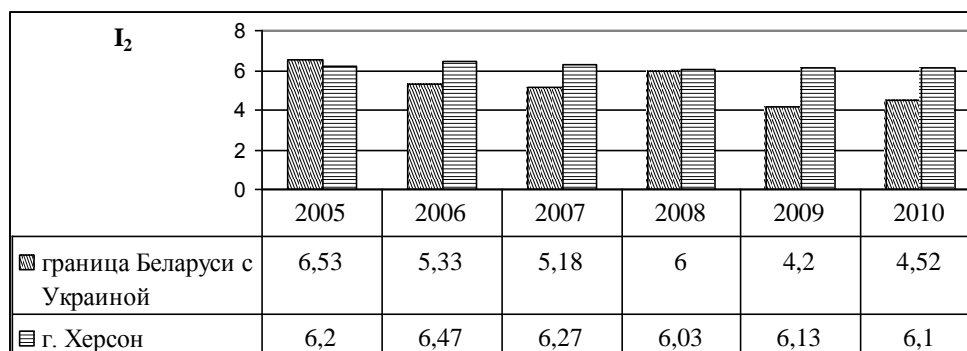


Рисунок 2 – Динамика изменения индекса содержания компонентов трофо-сапробиологического блока

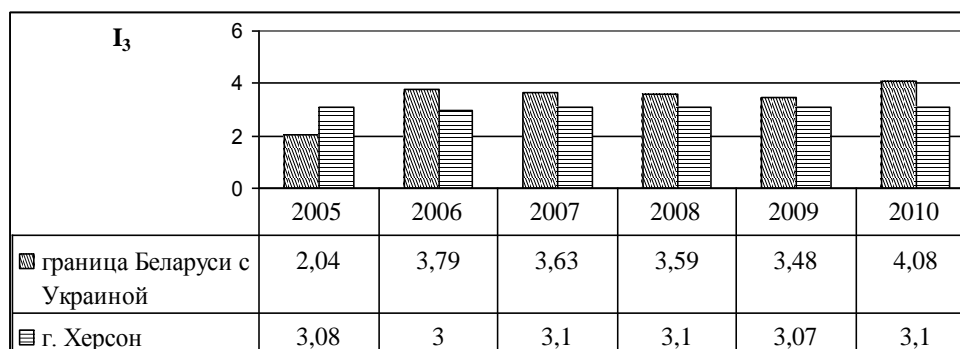


Рисунок 3 – Динамика изменения индекса содержания специфических показателей токсического и радиационного воздействия

Подытоживая вышесказанное, река Днепр значительно загрязнена в исследуемых пунктах наблюдения, это свидетельствует о значительной антропогенной нагрузке на нее как на территории соседних государств (России, Беларуси), так и на территории Украины.

Проблема экологического оздоровления бассейна Днепра актуальна как на национальном, так и на международном уровнях. Координируя свои усилия, внедряя новейшие разработки ученых, применяя современные технологии, Россия, Беларусь и Украина способны переломить ситуацию, поспособствовать тому, чтобы великая славянская река очистилась.

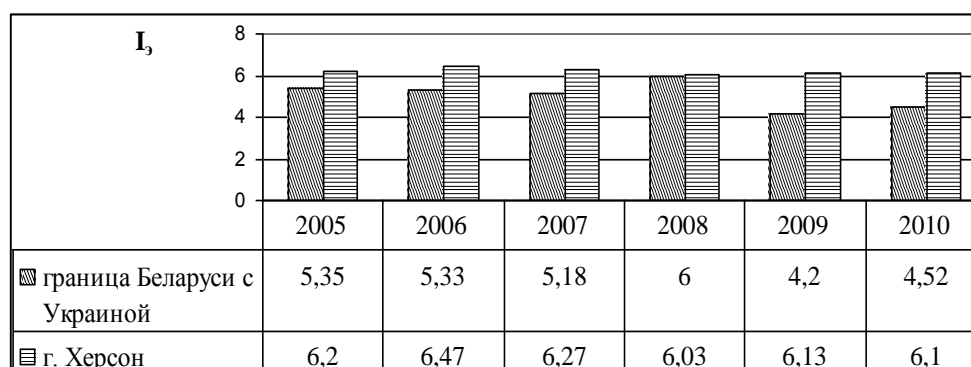


Рисунок 4 – Динамика изменения экологического индекса

УДК 504.064.36:574

С.М. ЛЕНИВКО, Н.М. МАТУСЕВИЧ

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: lenivko@brsu.brest.by

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *LEMNA MINOR* L.

Оценка экологического состояния водной среды может осуществляться на основе методов биотестирования и биоиндикации, позволяющих качественно и количественно оценить степень антропогенного влияния на живые организмы, что в свою очередь способствует выявлению токсичности среды, разработке и принятию мер по ее улучшению. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС) обеспечивает проведение мониторинга состояния всех компонентов природной среды, в том числе и поверхностных вод, согласно установленным параметрам и периодичности. Оценка состояния загрязненности водных экосистем по гидробиологическим показателям в пунктах наблюдений проводится с помощью методов биоиндикации, основанных на изучении структуры гидробиоценозов и (или) их отдельных компонентов. Однако важным является получение дополнительной информации о степени неблагополучия участков речных водотоков на территории городов с помощью методов биотестирования, поскольку водные экосистемы урбанизированных территорий длительное время находятся под влиянием неблагоприятных факторов, подвергаются загрязнению промышленными, бытовыми и ливневыми стоками.

В качестве объектов биомониторинговых исследований по тестированию водной среды по показателям специально помещенных в эту среду организмов – тест-объектов – нами были выбраны участки рек Западный Буг и Мухавец. Река Западный Буг является одной из крупных рек Беларуси, в среднем течении на значительном протяжении занимает трансграничное положение. Длина в пределах г. Бреста 2,7 км. Крупнейший правый приток р. Западный Буг – р. Мухавец –

во многом предопределяет качество воды реки после впадения на участке выше н.п. Речица. Река Мухавец является «приемником» сбросов сточных вод ЖКХ городов Кобрин, Жабинка и Брест, а также вод, поступающих с территорий сельскохозяйственных объектов, расположенных в пределах водосборной площади реки. В пределах г. Бреста длина реки 9,4 км.

Целью настоящей работы явилось обобщение результатов исследований по оценке экологического состояния р. Западный Буг и р. Мухавец в черте г. Бреста с помощью ряски малой (*Lemna minor* L.).

Ряска малая (*Lemna minor* L.) – представитель семейства рясковых с плавающими листьями – успешно применяется для тестирования воды на загрязнение, поскольку обладает такими важными преимуществами, как высокая скорость размножения и простота морфологического строения. Ряска размножается преимущественно вегетативным путем, поэтому популяции растений представляют собой клоны (генетически однородные растения). Кроме того, ряска малая, как и другие высшие водные (сосудистые) растения, является важным компонентом сообщества организмов-продуцентов, которые образуют основную фитомассу водных объектов, являются основным звеном, создающим первичное органическое вещество и выделяющим кислород, служат основным субстратом для размножения водных животных и местом их укрытия от опасности. Важную роль играет это звено в самоочищении водных объектов.

Эксперименты по биологическому тестированию проб воды, взятых из р. Западный Буг в районе Тереспольских ворот Брестской крепости и р. Мухавец в районе речного порта, проводились в 2008 и 2010 гг. Культивирование растений ряски малой осуществляли по стандартной методике, разработанной Федеральным агентством по рыболовству [1]. В качестве контроля использовалась водопроводная вода, отстаиванная в течение 2 суток. Состояние растений ряски малой учитывали каждые 3–4 дня по выживаемости и изменению ряда морфологических показателей. Отмечали общее состояние растений (изменение окраски, состояние корней), число растений и лопастей в штучках. По общему числу лопастей судили о суммарном приросте ряски. Фиксация морфологических отклонений растений ряски от нормы проводилась по проценту поврежденных листочков. За повреждение принимались изменения окраски листочка (пожелтение, побурение, потеря интенсивности окраски). Достоверность различий по данному показателю исследуемых проб от контроля рассчитывалась по t-критерию Стьюдента. Полученные данные на 25 день эксперимента соотносили с таблицей экспресс-оценки качества воды, предложенной Биологическим НИИ Ленинградского государственного университета [2].

В 2008 г. в пробе воды из р. Западный Буг процент поврежденных листочков от общего количества щитков составил 22,2 %, в пробе воды из р. Мухавец – 30,1 %, в контроле – 12,6 %. В 2010 г. при тестировании проб воды процент щитков с повреждениями соответственно составил в р. Западный Буг 28,6 %, в р. Мухавец – 40,9 %, в контроле 14,7 %. Анализ полученных данных по тестированию отобранных проб из двух водоемов на 25 сутки выявил достоверные отличия по проценту поврежденных листочков ряски по сравнению с контролем

при $P < 0,01$. Результаты проведенных исследований показали, что по классу качества воды, установленному в соответствии с таблицей экспресс-оценки качества воды по ряске, в 2008 г. вода р. Западный Буг и контроля умеренно загрязненная (III класс), вода р. Мухавец загрязненная (IV класс). В 2010 г. наблюдалось увеличение процента поврежденных листочков ряски малой, однако это не отразилось на классности качества воды.

Гидробиологические наблюдения, проведенные НСМОС в 2008 и 2010 гг. [3] на р. Западный Буг в районе населенного пункта Козловичи и р. Мухавец (выше и ниже г. Бреста), показали, что суммарное таксономическое разнообразие фитопланктонного сообщества рек уменьшилось. При этом структура фитопланктонных сообществ практически не изменилась. По численности клеток доминировали зеленые водоросли, а по биомассе преобладали диатомовые. Значения индекса сапробности р. Западный Буг в районе н.п. Козловичи варьировали в небольших пределах от 1,97 в 2008 г. до 1,9 в 2010 г.

Таксономическое разнообразие фитоперифитона в 2008 г. р. Западный Буг у н.п. Козловичи составляло 17 таксонов, в р. Мухавец выше г. Бреста – 21 таксон, в черте города – 29 таксон. Большинство отмеченных водорослей-индикаторов относилось к β -мезосапробам. В 2010 г. наблюдалось значительное снижение суммарного таксономического разнообразия сообществ водорослей обрастаний р. Западный Буг и р. Мухавец по сравнению с 2008 г. Таким образом, наблюдается долговременное воздействие загрязнения органическими веществами на состояние сообществ планктонных и прикрепленных водорослей.

Анализ гидробиологических показателей водной экосистемы р. Западный Буг в черте г. Бреста указывает на стабильное состояние и оценивается III классом («умеренно загрязненные»). Качество на нижнем участке р. Мухавец в районе г. Брест оценивалось III классом, однако ухудшение качества донных отложений свидетельствует о возрастании антропогенной нагрузки на водоток.

Проведенный сравнительный анализ методов биоиндикации и биотестирования качества воды участков р. Западный Буг и р. Мухавец в черте г. Бреста показал соответствие получаемых результатов о степени неблагополучия природного объекта в пунктах наблюдений. При этом метод оценки по ряске малой оказывается более чувствительным на участках, находящихся под большим негативным влиянием, что может свидетельствовать о накоплении в них загрязнения, на которое более остро реагирует тест-объект, чем виды биоиндикаторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: утв. приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695. – М. : ЭкоЭксперт, 2009. – 38 с.
2. Методические рекомендации по осуществлению экологического экспресс-картирования на территории Ленинградской области. – Л. : БиНИИ ЛГУ, 1990. – 16 с.
3. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2008 / Министерство природных ресурсов и охраны ок-

ружающей среды Республики Беларусь, гл. информ.-аналит. центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Бел НИЦ «Экология» (РУП «Бел НИЦ «Экология»); под ред. С.И. Кузьмина, С.П. Уточкиной. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2009. – 340 с.

УДК 911.2:528.8

В.А. МАРТЫНЮК

Украина, г. Ровно, Ровенский ГГУ

E-mail: martynyuk_ris@mail.ru

МОНИТОРИНГ ПЛОЩАДЕЙ ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ СИСТЕМ РЕГИОНА ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Мониторинговые исследования озер, проводимые нами в пределах региона Волынского Полесья, базируются преимущественно на использовании ландшафтно-географических методов, а также частично подходов и материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). База морфометрических показателей, созданная нами по озерам Волынского Полесья, показала, что за 140 лет от начала активного освоения гидрографических ресурсов Западной экспедицией под руководством И.И. Жилинского исчезли десятки озер, а многие существенно трансформировались и фактически превратились в озерно-болотные системы. По многим озерно-бассейновым системам региона нами созданы ландшафтно-кадастровые паспорта, в том числе и исчезающих озер региона, а также выделены мониторинговые (реперные) озерные водосборы для отслеживания комплекса геоэкологических процессов, происходящих в них. Важное место в таких паспортах отводится морфолого-морфометрическим показателям озер, которые очень нестабильны в современном измерении и зависят от эволюционно-сукцессионных процессов в самих водоемах, а также во многом от антропогенного фактора.

Цель работы – показать динамику изменений площадей озер (на примере лимномониторинговых ключевых участках) Волынского Полесья с использованием материалов ДЗЗ.

На сегодняшний день нами детально исследуется 18 мониторинговых озерных водосборов (рисунок 1), которые приурочены к шести природным районам и сформировались в разных ландшафтных местностях. В Маневичско-Владимирецком ландшафтном районе детально исследовался бассейн оз. Озеро, но на картосхеме он не показан. Данный район наименее заозеренный; в орографическом плане здесь проходит Любомль-Столинская моренная гряда. В Киверцовско-Цуманском районе реперные мониторинговые бассейны в дальнейших исследованиях будут заложены. В выборе модельных озер предпочтение отдавалось наиболее трансформированным водоемам.



Ландшафтные районы:

1. Верхнеприпятский.
2. Нижнестырский.
3. Любомльско-Ковельский.
4. Маневичско-Владимирецкий.
5. Колковско-Сарненский.
6. Турийско-Рожищенский.
7. Киверцовско-Цуманский.
8. Костопольско-Березновский

4 – локализация озер: 1 – Плотичье, 2 – Долгое, 3 – Карасино, 4 – Бабинец, 5 – Охотин, 6 – Сомин, 7 – Орехово, 8 – Став, 9 – Кримное, 10 – Карасин, 11 – Туховое, 12 – Верхнее и Нижнее, 13 – Крысино, 14 – Вежицкое, 15 – Бельское, 16 – Марьяновское, 17 – Тростянецкое, 18 – Тагачинское.

Рисунок 1 – Место мониторинговых ключевых озер на схеме физико-географического районирования (ФГР) Волынского Полесья (схема ФГР по Мариничу и др., 2003; с уточнением автора)

На рисунке 2 из 18 озер, а точнее озерно-бассейновых систем, мы представили девять оцифрованных водоемов мониторинговых участков. Для всех озер исходный масштаб для подсчета площадей брался 1 : 5 000, а для оз. Верхнее и Нижнее – 1 : 10 000. Площади последних двух озер, а также оз. Вежицкое сравнивались с топографической картой 1 : 25 000 издания 1938 г. Военного института географии Польши. В целом все озера дешифрировались по материалам цифрового ортофотоплана Украины, который доступен с 01.01.2013 г. для пользователей Интернета. На ортофотоплане каждого из водоемов четко прослеживаются границы площадей бывших озер и контуры современных водоемов. Таким образом, нам удалось разделить заболоченные участки озер и покрытые водой. Как показали наши исследования, в шести озерах представленных на рисунке 2, более 50 % акватории заболочена. Для озер Орехово, Нижнее, Бельское этот показатель вообще критический (74–89 % заболоченности).


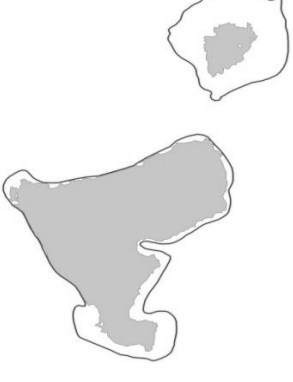


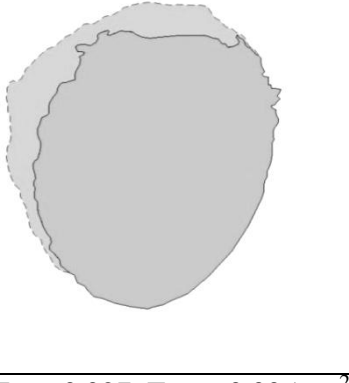


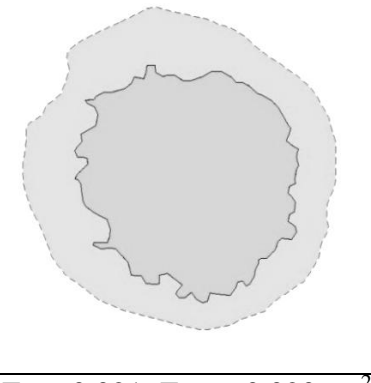
			
$F_{\text{оз.}} - 0,033; F_{\text{бол.}} - 0,258 \text{ км}^2$	$^1F_{\text{оз.}} - 0,395; F_{\text{бол.}} - 0,095 \text{ км}^2$ $^2F_{\text{оз.}} - 0,033; F_{\text{бол.}} - 0,138 \text{ км}^2$	$F_{\text{оз.}} - 0,135; F_{\text{бол.}} - 0,136 \text{ км}^2$	$F_{\text{оз.}} - 0,089; F_{\text{бол.}} - 0,257 \text{ км}^2$
оз. Ореховое $F_{\text{оз.}} > 88,66 \%$	оз. ¹ Верхнее и ² Нижнее $^1F_{\text{оз.}} > 19,34 \%$; $^2F_{\text{оз.}} > 80,70 \%$	оз. Вежицкое $F_{\text{оз.}} > 50,18 \%$	оз. Бельское $F_{\text{оз.}} > 74,28 \%$
			
$F_{\text{оз.}} - 0,027; F_{\text{бол.}} - 0,005 \text{ км}^2$	$F_{\text{оз.}} - 0,130; F_{\text{бол.}} - 0,154 \text{ км}^2$	$F_{\text{оз.}} - 0,091; F_{\text{бол.}} - 0,109 \text{ км}^2$	$F_{\text{оз.}} - 0,021; F_{\text{бол.}} - 0,020 \text{ км}^2$
оз. Крымное $F_{\text{оз.}} > 15,63 \%$	оз. Карасино $F_{\text{оз.}} > 54,23 \%$	оз. Охотин $F_{\text{оз.}} > 54,5 \%$	оз. Бабинцев $F_{\text{оз.}} > 48,78 \%$

Рисунок 2 – Оцифрованные площади некоторых озер мониторинговых участков с изменениями своей конфигурации

($F_{\text{оз.}}$ – площадь озера; $F_{\text{бол.}}$ – заболоченная площадь бывшего озера; $F_{\text{оз.}} >$ уменьшение площади (в %) озера)

В результате осушительных мелиораций, проведенных в пределах водосборов, озера Став, Карасин (рисунок 1), трансформировались в болотные системы низинного типа. Озера Верхнее и Нижнее, в прошлом руслового типа, сегодня активно деградируют. Более 35 лет тому назад русло р. Льва, к которому они были приурочены, канализировали и проложили вне озер. Таким образом спровоцировали активные процессы дистрофикации водоемов. По каждому из приведенных водоемов (рисунок 2) отдельная история «антропогенной стадии» развития в XX ст. По нашему мнению, для водоемов, акватории которых более 50 % заболоченные, правомерно именовать *озерно-болотными системами*. Исследования такого типа важны, в первую очередь, для мониторинга лимносистем в связи с глобальными изменениями климата.

УДК 628.316

Р.К. МАХАМБЕТОВА

Казахстан, г. Актау, Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблема обеспечения питьевой водой населения в Мангистауской области стоит особо остро, так как регион расположен в полупустынной зоне, водные ресурсы ограничены. Освоение природных богатств области, создание достаточных условий для интенсивного развития экономики требуют большого количества качественной воды. Ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки, неудовлетворительное техническое состояние систем водоснабжения, а также постепенное загрязнение и минерализация источников воды усугубляет проблему. Основными потребителями питьевой воды в области являются г. Актау и г. Жанаозен с прилегающими к ним населенными пунктами. Их доля в общем объеме водопотребления составляет 75,2 % и 18,6 % соответственно. На долю остальных населенных пунктов области остается 6,2 % объема питьевой воды, как для питьевых и бытовых нужд, так и для сельскохозяйственных и промышленных потребностей.

Общий объем водопотребления населением области составляет в среднем 2,4 млн м³/мес. (около 30 млн м³/год). Потребление воды на промышленные нужды из общего объема водопотребления составляет 95,4 %, на хозяйственно-бытовые нужды населения и сельскохозяйственное водоснабжение и орошение земель – 2,0 % и 2,6 % соответственно.

Фактическое удельное водопотребление на одного жителя для сельских населенных пунктов составляет от 47,3 л/сут в Бейнеуском районе до 44,6 л/сут в Мангистауском районе, в Тупкараганском районе эта цифра достигает 38,0 л/сут., в Каракиянском районе 42,2 л/сут., а в некоторых населенных пунктах оно не превышает 20 л/сут., что значительно ниже нормы. Только в городах

Актау и Жанаозен водопотребление достигает большего объема и составляет 94,5 л/сут. Среднее же водопотребление по области, с учетом гг. Актау и Жанаозен, составляет 44 л/сут.

Питьевое водоснабжение обеспечивается тремя источниками и участие источников в общем объеме водопотребления имеет соотношение: морская вода – 52,4 %; волжская вода – 12,5 %; подземные воды – 35,1 %.

Имеющиеся запасы пресных подземных вод ограничены, а существующие системы водоснабжения в основном требуют замены и реконструкции.

В относительно благоприятных условиях находятся города Актау и Жанаозен, где сосредоточено преобладающее большинство жителей области и промышленные объекты. В других населенных пунктах, особенно в сельской местности, проблема обеспечения питьевой водой населения является более острой.

Водообеспеченность сельского населения питьевой водой в среднем составляет 36 % от нормативного. Из-за дороговизны и нехватки питьевая вода используется только для хозяйственно-питьевых нужд.

Большинство сельских населенных пунктов области почти полностью лишено централизованной системы водоснабжения, либо водопроводы находятся в неисправном состоянии, поэтому население вынуждено потреблять воду, привозимую автоводозовами или железнодорожными цистернами. Но даже при наличии водопроводных сетей и источников водоснабжения качество воды в них не всегда отвечает требованиям нормативных документов. Во многих населенных пунктах централизованные системы водоснабжения не функционируют из-за неплатежеспособности населения, в связи с чем практически все водопроводные сети находятся в неудовлетворительном состоянии. Большинство водопроводов были введены в эксплуатацию 20–25 и более лет назад и не отвечают санитарным требованиям в связи с длительным сроком эксплуатации и устаревшей технологией водоочистки и не обеспечивают подачу воды нормативного качества.

Высокая аварийность водопроводной сети способствует вторичному загрязнению, длительным перебоям в подаче воды, большим утечкам в сети и производственным потерям воды, что ведет к перерасходу электроэнергии и в конечном счете к увеличению себестоимости 1 м³ воды. В настоящее время почти все водопроводные и канализационные сети области изношены на 80–100 %. В связи с ограниченным распространением прогнозных ресурсов и малым количеством разведанных запасов, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, Мангистауская область относится к плохо и частично обеспеченным территориям и занимает одно из последних мест в Казахстане по объемам водопотребления. Но даже при большом дефиците пресных подземных вод некоторые разведанные месторождения не используются в полном объеме или вообще не эксплуатируются.

В связи с отсутствием на территории области открытых водоемов, пригодных для водоснабжения, обводнения и орошения, удаленностью региона от крупных рек и ограниченностью запасов пресных подземных вод в настоящее время наиболее актуальной является задача по выявлению и всесторонней оценке региональных ресурсов слабоминерализованных вод (1,0–1,5 г/дм³) и опреде-

лению возможности их использования, разработке наиболее эффективных и экономичных систем водоочистки. Необходима также разведка новых месторождений на перспективных участках и эксплуатация в полном объеме уже разведанных, а также реконструкция и капитальный ремонт существующих и строительство новых водопроводов и систем водоснабжения, совершенствование организации подвоза питьевой воды до потребителей.

В свое время были разработаны мероприятия, предусматривающие меры по улучшению водообеспечения в связи с возрастающими потребностями экономики и социальной сферы области. Однако в ходе их осуществления в конце 90-х годов прошлого столетия произошел спад в экономике, ухудшение ситуации в социальной сфере, что привело к уменьшению объемов водопотребления.

Из мероприятий, которые были приняты ранее, реализованы только отдельные пункты:

- в 1996–1997 гг. на РГП «МАЭК» частично выполнены мероприятия по повышению надежности системы водоснабжения питьевой водой за счет опреснения морской воды с добавлением слабоминерализованных подземных вод Куюлуского месторождения;

- в 1997 г. в г. Жанаозен введены в эксплуатацию очистные установки «Дегремон» (Франция), осуществляющие очистку волжской воды, производительностью 35,5 тыс. м³/сут.;

- в том же году в пос. Жетыбай завершено строительство и введены в эксплуатацию аналогичные очистные сооружения (Россия), проектной производительностью 3 тыс. м³/сут.;

- в 1999 г. в г. Форт-Шевченко введены в эксплуатацию опреснительные установки (Израиль), производительностью 1 тыс. м³/сут.;

- в целях увеличения объема поставки волжской воды был проведен ряд работ на водоводе «Астрахань-Мангышлак».

Со стабилизацией и ростом развития экономики региона в последние годы увеличивается потребность в воде, реабилитация промышленных предприятий и возобновление работы простаивающих производств требуют пересмотра и принятия действенных мер в вопросах водообеспечения области.

В настоящее время общая потребность Мангистауской области в питьевой воде составляет 27 824 тыс. м³, в том числе 20 295 тыс. м³ потребность населения области и 7 529 тыс. м³ потребность промышленного сектора.

УДК 551.46

Л.С. МЕЛЬНИЧОК

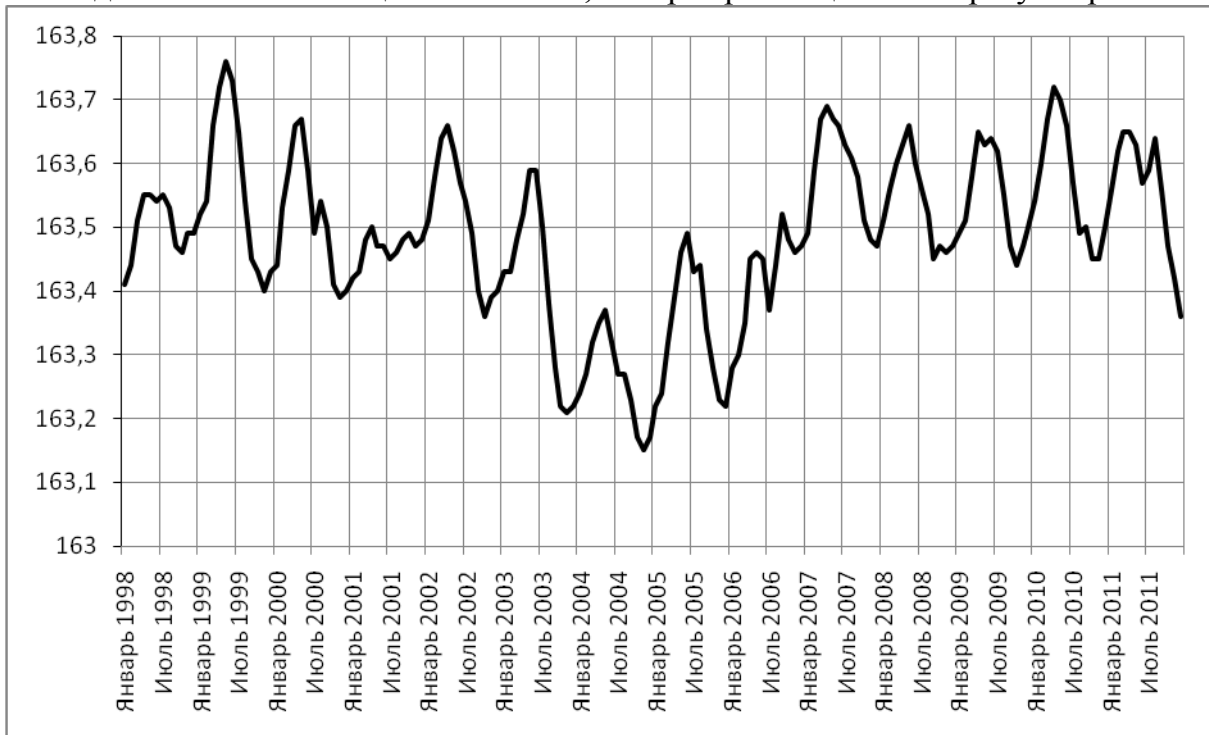
Украина, г. Львов, ФМИ имени Г.В. Карпенко НАН Украины

E-mail: mls@ipm.lviv.ua

БАТИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕРА СВИТЯЗЬ

Научные исследования озера Свитязь – наибольшего пресноводного озера Украины – проводятся уже более ста лет, начиная с первого проекта осушения болот верховьев р. Припять (1873–1875 гг.) и пионерских работ П.А. Тутковского [1].

Определенная П.А. Тутковским наибольшая глубина озера – 58,4 м указывается во всех справочных изданиях. На топографических картах приводят также среднюю высоту поверхности озера над уровнем моря – 163,2 м. При этом упускают из виду заметные колебания уровня озера, как сезонные, так и долгосрочные, от которого существенно зависят упомянутые величины. Нет также оснований полагать, что приведенные значения между собой согласованы. На рисунке 1 показано изменение уровня озера (над уровнем моря в м) за 1998–2011 гг. по данным метеостанции с. Свитязь, которая размещена на берегу озера.

**Рисунок 1 – Изменение уровня озера Свитязь**

Измерение уровня проводят ежедневно с точностью 0,01 м. На график нанесены усредненные помесечно значения. Как видно из графика, за приведенный период диапазон изменения уровня воды в озере составлял более чем 0,6 м. В таких условиях утверждать, что глубина измерена с точностью 0,1 м некорректно.

В конце прошлого века для батиметрических исследований стали применять современные средства измерения – ультразвуковые эхолоты. Появились сообщения об обнаруженных глубинах более 59 м и даже 60,6 м [2]. Однако авторы не приводят координат выявленных глубин, что не позволяет верифицировать опубликованные результаты и вызывает сомнения в их точности и достоверности. Использование эхолота Lowrance LMS-527с DF iGPS позволило построить детальную структуру дна в окрестности наибольшего углубления и уточнить её координаты (рис. 2) [3].

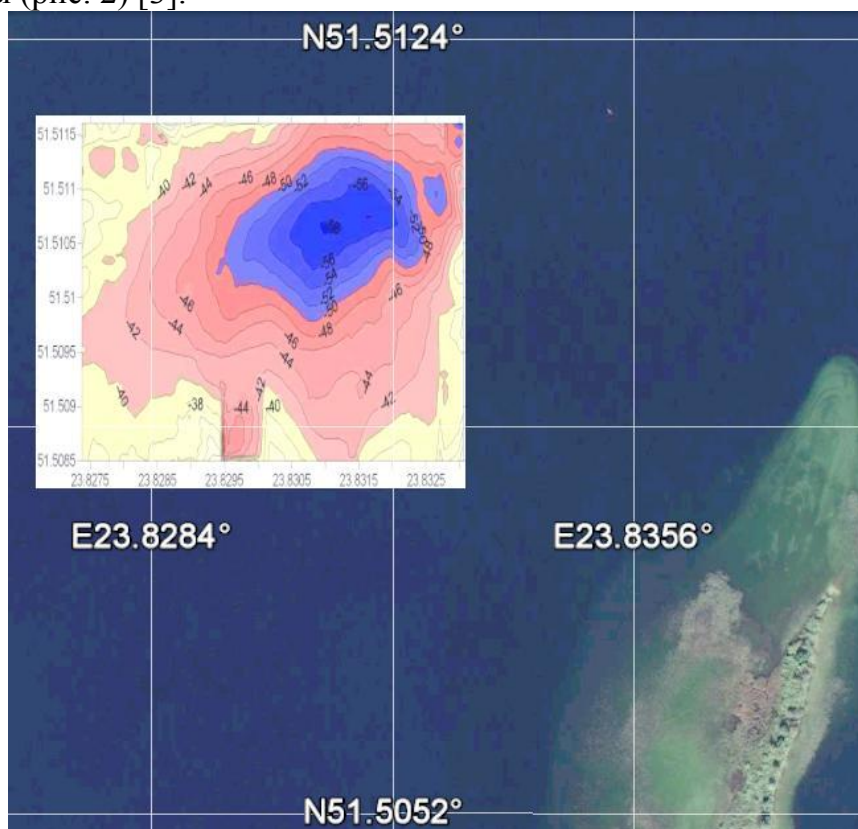


Рисунок 2 – Структура дна в окрестности наибольшего углубления

Проведенные в 2012 г. измерения наибольшего углубления озера при уровне воды в озере – 163,40 м над уровнем моря в Балтийской системе высот показали глубину 58,3 м, что согласуется с результатом, полученным в 2011 г., – 58,5 м при уровне озера 163,59 м. Измерение глубины тросом дало значение 57,8 м. Правдоподобная причина разбежности – в наличии донных осадков, прозрачных для сигнала эхолота. Установленная заниженная чувствительность эхолота к отраженному сигналу объясняет упомянутые ранее завышенные результаты измерения наибольшей глубины.

Проведено также измерение глубин залива Лука. Кроме известного углубления 5,3 м (по данным И. Залеского [4]), выявлено еще одно, глубиной 6,7 м. Проведенные параллельно измерения глубин с помощью троса показали существенное влияние на результаты измерений макрофитной растительности, распространенной по всей площади залива. В таких условиях точные измерения глубин целесообразно проводить шестом.

Таким образом, при проведении батиметрических измерений необходимо учитывать текущее значение уровня воды в озере. На результаты измерений существенное влияние оказывает также установленная чувствительность эхолота и придонная структура озера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тутковский, П. Озеро Свитязь и народные предания о немъ / П. Тутковский // Киевская старина. – 1901. – № 3. – С. 144–150.
2. Choinski, A. Zmiana batymetrii jeziora Switaz w latach 1929–2012 / A. Choinski, L. Pucin, M. Ptak, A. Strzelczak // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. – Луцьк, 2012. – № 9. – С. 55–59.
3. Сопрунюк, П. Морфометричні дослідження заглибин озера Світязь / П. Сопрунюк, М. Мельник, Л. Мельничок // Фізичні методи в екології, біології та медицині : матеріали III Міжнар. наук. конф., 9–12 вересня 2010 року, Львів – Шацьк. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – С. 26–27.
4. Залеський, І. До генезису озера Світязь / І. Залеський // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. – Луцьк, 2007. – № 4. – С. 9–13.

УДК 553.97

О.Н. РАТНИКОВА

Беларусь, г. Минск, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»
E-mail: peatland@ecology.basnet.by

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БОЛОТА ЕЛЬНЯ

Болото Ельня площадью 19 984 га [1] является центром ландшафтного заказника Ельня республиканского значения. До настоящего времени системных целенаправленных режимных гидрогеологических исследований, а также стационарных исследований гидрологического режима болотного массива Ельня не проводилось.

Сравнительный анализ данных [5–8, 10] обследований 1971–2012 гг. позволяет отметить определенные изменения, произошедшие в гидрологическом режиме болота Ельня в результате проведения широкомасштабной осушительной мелиорации окружающей территории:

- основное воздействие на гидрологический режим болота проявилось в районах осушительных каналов, озер и водотоков, частично по периферии болота;
- произошли изменения фитоценозов в долинах рек и ручьев;
- понижение УГВ в долинах водотоков привело к понижению поверхности пойм водотоков и озер относительно окружающей территории, уплотнению торфяной залежи, образованию депрессий и ложбин стока. Увеличение зоны аэрации торфяной залежи в результате осушения способствует ускорению процессов минерализации торфа, замене болотной растительности на древесно-

кустарниковую;

– в северной части болота осушительная мелиорация влияния практически не оказала.

Понижение уровня грунтовых вод на отдельных участках в результате осушительных мелиоративных работ является одной из основных причин крупных пожаров на болоте. Около 25 % территории болота постоянно подвергается пожарам. При этом площадь выгоревших участков составляет от нескольких десятков до нескольких сотен гектаров.

Полевое обследование современного состояния ландшафтного заказника Ельня выявило максимальное нарушение гидрологического режима в центральной и южной частях заказника в районе каналов, дренирующих территорию болота, и озер Ельня, Белое, Плоское, Бережа и Яжгиня. Исследование динамики уровня грунтовых вод этой зоны заказника показало, что УГВ составляет 0,3–0,6 м. Однако оптимальным условием для восстановления болото- и торфообразовательных процессов на нарушенной части болота является стабилизация УГВ на уровне поверхности земли с годовой амплитудой колебания 0,3–0,4 м, т.е. УГВ должно составлять $0,0 \pm 0,2$ м [3]. Площадь пустошей с сильно нарушенным гидрологическим режимом составляет 12 589,5 га (49,7 %) [10].

На основании изучения и анализа топографических, ведомственных и архивных материалов, научных публикаций и спутниковых снимков составлены карты рельефа поверхности республиканского ландшафтного заказника Ельня.

На территории болота отчетливо прослеживаются одна вершина в районе озер Ближнее, Глубокое и Лопухи с отметками поверхности 143–143,5 м и вторая – севернее озера Ельня (141,3–142,4 м). Основная территория заказника имеет значения отметок поверхности 136,8–141,3 м с понижением рельефа по периферии восточной границы и с повышением по западной.

Прослеживается ложбина стока вдоль канала Дульский от озера Большое до границы заказника, сформировавшаяся в результате осушения и уплотнения залежи. Также отчетливо наблюдается ложбина стока от озера Бережа вдоль русла реки Бережа.

Для организации долгосрочного мониторинга гидрологического режима болота в октябре 2012 г. сотрудниками Института природопользования НАН Беларуси установлены автоматические датчики измерения УГВ (Mini-Diver).

Выбор мест размещения датчиков УГВ обусловлен необходимостью:

- оценки зоны влияния дренирующих каналов на территорию болота (Дульский канал – 5 датчиков);
- изучения изменения УГВ по профилю 1–1 участка с нарушенным гидрологическим режимом в районе дренирующих каналов (3 датчика);
- исследования сезонной и годовой амплитуд колебания УГВ в районе естественного водотока (р. Ельнянка – 2 датчика).

Места размещения датчиков УГВ выбирались с учетом уточненного рельефа поверхности, нарушенности гидрологического режима, геоморфологии, расположения относительно действующих каналов.

Принцип работы датчиков УГВ (Mini-Diver) основан на автономном измерении и записи значений уровня грунтовых вод и температуры воды. Встроенная память в общей сложности обеспечивает 24 000 записей, каждое измерение автоматически фиксирует дату и время измерения уровней грунтовых вод и температуры воды, для компенсации атмосферного давления используется датчик Baro-Diver.

В результате исследований гидрологии, геоморфологии, стратиграфии и мониторинга гидрологического режима будет разработано научное обоснование экологической реабилитации болота Ельня согласно ТКП 17.12-02-2008 [4] с предложением стратегии повторного заболачивания, а также строительный проект, на основании которого будут реализованы мероприятия экологической реабилитации верхового болота [3]. Результаты исследований будут использованы при разработке мероприятий плана управления республиканским ландшафтным заказником «Ельня» на период 2012–2016 гг. с целью организации управления гидрологическим режимом болота Ельня для устойчивого функционирования болотной экосистемы, предотвращения торфяных пожаров, сохранения типичных верховых болот и связанного с ними биологического разнообразия с учетом интересов землепользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадастровый справочник «Торфяной фонд Белорусской ССР». – Минск, 1979.
2. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Минск, 1988. – 318 с.
3. Методические рекомендации по экологической реабилитации нарушенных болот и по предотвращению нарушений гидрологического режима болотных экосистем при осушительных работах // А.В. Козулин, Н.И. Тановицкая, И. Н. Вершицкая; НПЦ «Биоресурсы», Институт природопользования. – Минск: Альтиора-Живые краски, 2010. – 40 с.
4. Порядок и правила проведения работ по экологической реабилитации выработанных торфяных месторождений и других нарушенных болот и предотвращению нарушений гидрологического режима естественных экологических систем при проведении мелиоративных работ: ТКП 17.12-02-2008. Введ. 31.10.08. – Минск : Минприроды, 2008. – 21 с.
5. Оценить современное экологическое состояние Ельнинского гидрологического заказника и дать прогноз его развития: отчет о НИР (заключ.) / Эколог. комиссия НАН Беларуси; отв. исп.: Н.Н. Бамбалов. – Минск, 1992. – 124 с.
6. Пидопличко, А.П. Торфяные месторождения Белоруссии / А.П. Пидопличко. – Минск : АН БССР, 1961. – 193 с.
7. Распределение растительных сообществ в зоне влияния дренирующих болото каналов и рекомендации к плану управления ландшафтным заказником республиканского значения «Ельня»: отчет о НИР (заключ.) / НПЦ биоресурсы НАН Беларуси; отв. исп.: А.В. Козулин. – Минск, 2012. – 40 с.
8. Тановицкая, Н.И. Особенности генезиса и стратиграфии торфяной залежи болота Ельня / Н.И. Тановицкая // Природные ресурсы. – Минск, 2009. – № 1. – С. 43–53.

9. Особенности формирования стока и зон влияния осушенных и выработанных участков болот на прилегающие территории / Н.И. Тановицкая [и др.] // Природопользование. – Минск, 2009. – Вып. 15. – С. 88–95.

10. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня» / Д.Г. Груммо [и др.]; под ред. Н.Н. Бамбалова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники. – Минск : Минсктиппроект, 2010. – 200 с.: ил.

УДК 504.054

Л.В. СОРОКА, Н.Н. ВОЗНЮК

Украина, г. Ровно, НУВХП

E-mail: Lilichka.soroka@mail.ru

ВЫНОС ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДАМИ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ ЗА ПРЕДЕЛЫ УКРАИНЫ

Единственной крупной рекой Украины, несущей свои воды в северном направлении, является Западный Буг. Западный Буг – река трансграничная, протекает не только по территории Украины, но и Беларуси и Польши. Это единственная река Украины, которая принадлежит к бассейну Балтийского моря.

Методические особенности выполненных исследований заключались в оценке среднегодового стока биогенных веществ и выноса их водами русла реки Западный Буг за пределы украинской части его бассейна. Вычисления были проведены для р. Западный Буг – пункт наблюдения с. Забужье. Сводные расчеты гидрохимического баланса представлены в таблице.

Таблица – Среднегодовой вынос биогенных веществ с водами р. Западный Буг за пределы Украины

Место наблюдения	Масса выноса, т/год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
р. Западный Буг с. Забужье	$N-NH_4^+$							
	458,7	1758,4	978,6	1009,1	458,7	1162,0	1360,8	1009,1
	$N-NO_3^-$							
	12721,3	10519,5	11834,5	6131,3	10641	12170,8	3883,7	19724
	$N-NO_2^-$							
	504,57	458,7	61,16	122,32	91,74	91,74	61,16	198,77
PO_4^{3-}								
1024,43	1070,3	779,79	642,18	443,41	336,38	596,31	749,21	

Проведенный расчет выноса загрязняющих веществ водами русла реки Западный Буг за пределы украинской части его бассейна показал, что наибольшие значения выноса азота аммонийного наблюдаются в 2006 и 2011 гг., нитратов в 2012 г., нитритов и фосфатов в 2005 и 2006 гг. (рисунок 1–4).

Относительно содержания биогенных веществ в поверхностных водах реки Западный Буг, то за период 2005–2012 гг. наибольшие превышения предельно допустимых концентраций наблюдались по азоту аммонийному и фосфатам, как правило в 2–3 раза. Особо следует отметить загрязнение ионами аммония (NH_4^+), концентрация которого в большинстве случаев превышала ПДК и колебалась от 0,3 до 1,15 мг/дм³ (ПДК – 0,39 мг/дм³). Ион NH_4^+ неустойчив, он быстро окисляется до нитритов и нитратов. Повышенное содержание этого компонента свидетельствует об устойчивом загрязнении поверхностных вод, причиной которого является сброс неочищенных хозяйственно-бытовых вод из городских канализационных систем.

Процессы накопления фосфора и соединений азотной группы (нитритов, нитратов и азота аммонийного) приводят к проявлению одного из наиболее экологически опасных природно-техногенных явлений – эвтрофикации водоемов как процесса обогащения водоема биогенами, что стимулирует рост объема фитопланктона [2].

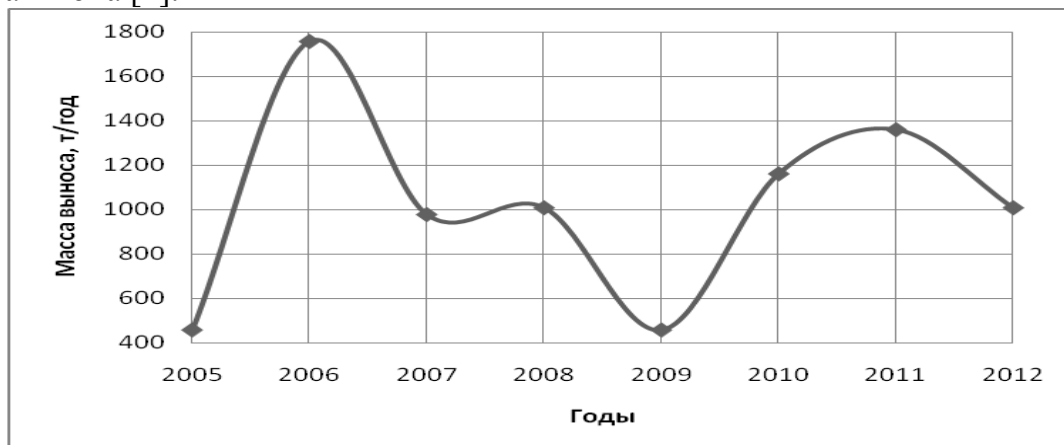


Рисунок 1 – Динамика изменений массы выноса азота аммонийного

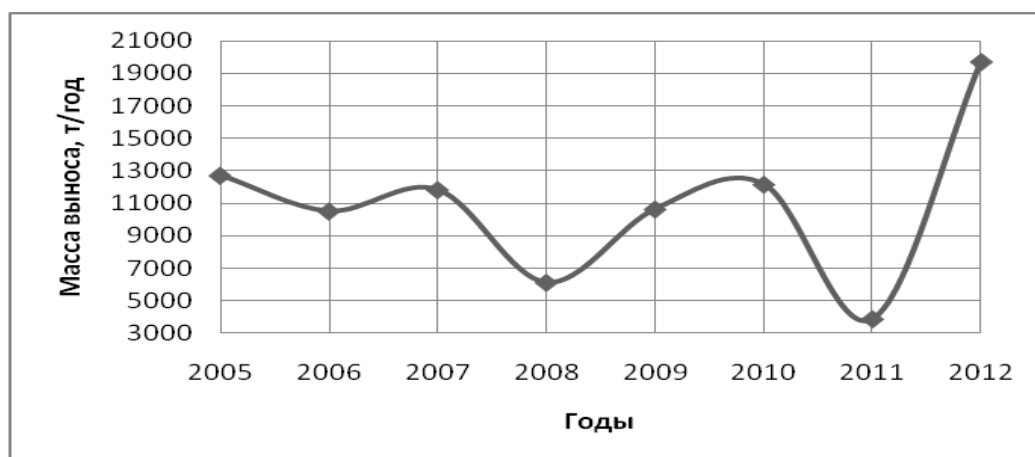


Рисунок 2 – Динамика изменений массы выноса нитратов

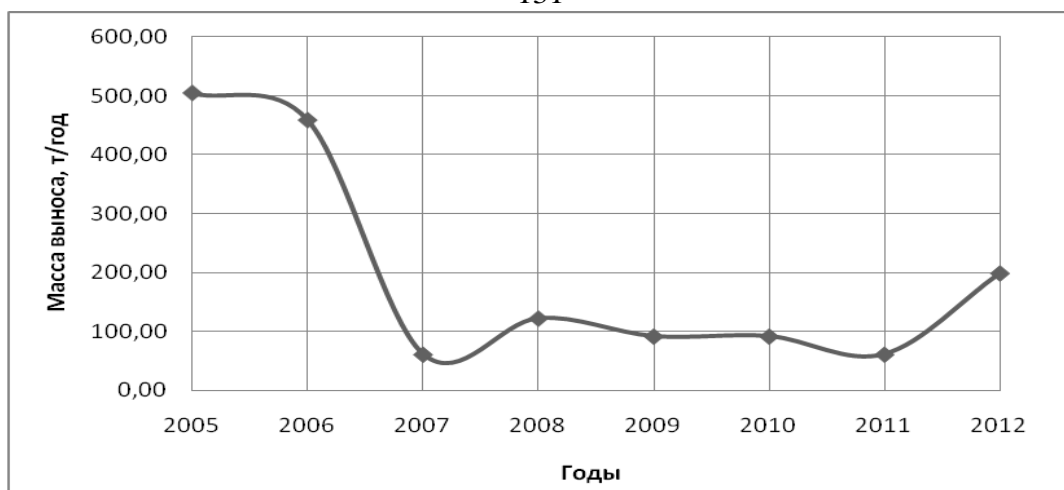


Рисунок 3 – Динамика изменений массы выноса нитритов

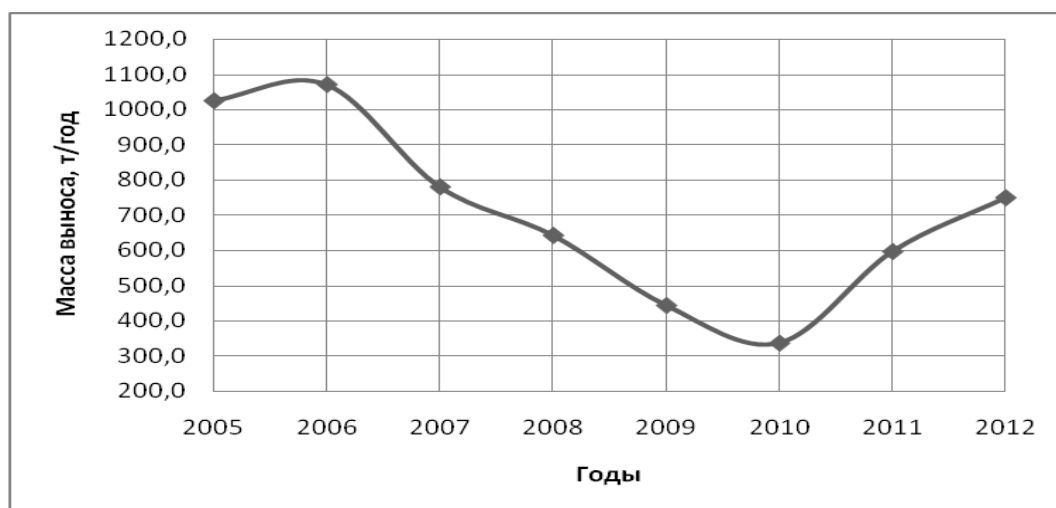


Рисунок 4 – Динамика изменений массы выноса фосфатов

Избыточное содержание фосфатов в водах может быть отражением присутствия в водном объекте примесей удобрений, моющих средств, компонентов хозяйственно-бытовых сточных вод и разлагающейся биомассы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клименко, Н.А. Экологическое состояние украинской части Еврорегиона «Буг» / Н.А. Клименко, Н.М. Вознюк. – М. : НУВХП, 2007. – 203 с.
2. Вознюк, Н.М. Земледельческая деятельность как фактор трансграничного загрязнения вод бассейна р. Западный Буг / Н.М. Вознюк // Вестник УДУВГП. – Ровно, 2002. – Вып. 4 (17). – С. 132–138.

УДК 911.2:556.5

О.В. ТОКАРЧУК

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: oleg.v.tokarchuk@mail.ru

**МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ:
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ, НАПРАВЛЕНИЯ
ОПТИМИЗАЦИИ**

Введение. Западный Буг протекает по территории трех государств: из 755 км длины реки 185 км верхнего течения находятся на территории Украины, далее, на протяжении 363 км, река служит природной границей Польши с Украиной и Беларусью (участок реки протяженностью около 2 км, расположенный на территории Брестской крепости, полностью находится в пределах Беларуси), нижний отрезок течения, протяженностью 207 км, находится на территории Польши. Площадь поверхности бассейна Западного Буга составляет 39 420 км²). Следует отметить, что 30 025 км² площади бассейна образуют так называемую трансграничную часть (до створа выхода реки за пределы территории Беларуси), сток воды с которой происходит через государственную границу на территорию Польши. Трансграничная часть бассейна практически поровну распределена между тремя государствами (10,8 тыс. км², 10,0 тыс. км², 9,2 тыс. км² соответственно в пределах Украины, Польши и Беларуси).

Материал и методика исследования основывались на анализе существующих систем мониторинга поверхностных вод.

Результаты исследования. Мониторинг качества вод р. Западный Буг в пределах каждой из стран трансграничной части ее бассейна имеет свои особенности организации.

В пределах белорусской части бассейна мониторинг качества поверхностных вод осуществляют структурные подразделения организаций, подчиненных Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (в рамках реализации мероприятий Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды). В настоящее время мониторинг вод на р. Западный Буг проводится в 7 пунктах мониторинга трансграничного переноса загрязняющих веществ, здесь проводятся наблюдения за изменением гидрохимических и гидробиологических показателей [1]. Периодичность проведения гидрохимических наблюдений зависит от категоричности пунктов, установленной в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82.

В пределах польской части бассейна мониторинг качества вод представлен двумя системами мониторинга – краевой (реализуется в масштабе всей страны) и региональной (организована в масштабе отдельных воеводств) [2].

Краевая система включает в себя подсистемы основного и пограничного мониторинга. Пункты основного мониторинга располагаются на главных реках. В пределах рассматриваемой территории находится 3 пункта основного мониторинга.

га на р. Западный Буг (один из них расположен на границе с Беларусью). Пробы воды в данной подсистеме отбираются раз в месяц.

Пограничный мониторинг проводится на пограничных реках. В пределах исследуемой территории данный вид мониторинга представлен 9 пунктами наблюдений на р. Западный Буг в Люблинском воеводстве (4 из них расположены по границе с Беларусью). Периодичность отбора проб согласуется с соседними государствами.

Региональная система мониторинга организована в пределах отдельных воеводств Польши. Ее задача – сбор информации о качестве вод для принятия на ее основе хозяйственных решений в пределах конкретного воеводства. Исследования проводятся на реках, которые выполняют роль приемников стоков, являются источниками водообеспечения, протекают через рекреационные и охраняемые территории. В пределах рассматриваемой территории в систему регионального мониторинга входит 2 пункта наблюдений в на реке Западный Буг в Люблинском воеводстве. Изучение качества вод в системе регионального мониторинга проводится ежемесячно, либо каждый год, либо раз в 3–5 лет. Ежегодный цикл исследований организован на реках, вода из которых используется для хозяйственных целей, и на реках, в пределах водосборов которых находятся значительные источники загрязнения, а очистка сточных вод не нормирована. Трехлетний цикл исследований организован на реках со значительными источниками загрязнения, для которых нормирована очистка сточных вод. Пятилетний цикл исследований организован на небольших реках, а также реках охраняемых территорий. Такая периодичность исследований позволяет оценить изменение натурального химического состава вод.

В пределах украинской части бассейна мониторинг качества вод р. Западный Буг также реализуется на государственном (в масштабе всей Украины) и региональном (в масштабе отдельных областей) уровнях [3; 4].

Государственная сеть мониторинга включает в себя пункты мониторинга департамента гидрометеорологии Министерства экологии (включает 7 пунктов на р. Западный Буг, отбор проб на которых производится ежемесячно), пункты мониторинга Государственного комитета водного хозяйства (включает 4 пункта наблюдений на р. Западный Буг, отбор проб на которых производится ежеквартально), а также созданную при финансовой поддержке программы TACIS в рамках международного проекта «Трансграничный мониторинг и оценка качества воды рек Западный Буг, Уж и Латорица» сеть трансграничного мониторинга (включает 8 пунктов наблюдений на р. Западный Буг, периодичность отбора проб на которых варьирует в ходе выполнения отдельных этапов проекта).

Региональная сеть мониторинга организована в пределах отдельных областей Украины, представлена сетью мониторинга областных Государственных управлений экологии и природных ресурсов: в Львовской области она представлена 8, а в Волынской 5 пунктами мониторинга на р. Западный Буг. Отбор проб в данной сети мониторинга производится ежеквартально.

Вывод. Таким образом, территориальное расположение существующих в пределах рассматриваемой территории пунктов мониторинга качества вод Запад-

ного Буга можно охарактеризовать как неоднородное. Наиболее плотной является сеть мониторинга в пределах украинской части бассейна, для нее характерно дублирование наблюдений различными ведомствами. Наиболее однородной является сеть мониторинга трансграничного переноса загрязняющих веществ, организованная в Республике Беларусь.

Изучение состава контролируемых показателей качества поверхностных вод в пределах национальных частей бассейна показывает их отличия, определяемые задачами отдельных систем и подсистем мониторинга.

Имеет место значительная административная и ведомственная разобщенность, отсутствие общей программы наблюдений. Это снижает эффективность проведения мониторинга качества вод Западного Буга и требует обоснования предложений по его улучшению. В то же время сходство существующих систем мониторинга, общие принципы построения программ наблюдений являются достаточным условием создания общей, наднациональной системы мониторинга качества вод реки в пределах трансграничной части ее бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / под ред. С.И. Кузьмина. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2011. – 308 с.
2. Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2003–2009. – Warszawa : Gł. Insp. OŚ, 2003. – 134 s.
3. Національний атлас України / рєдкол.: Л.Г. Руденко [та ін.]. – Київ : ДНВП «Картографія», 2008. – 440 с.
4. Забокрицька, М.Р. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України / М.Р. Забокрицька [та ін.]. – Київ. : Ніка-Центр, 2006. – 184 с.

УДК 911.2:556.5

О.В. ТОКАРЧУК, А.М. КОТ

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина
 oleg.v.tokarchuk@mail.ru, timailan@mail.ru

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЯСЕЛЬДА

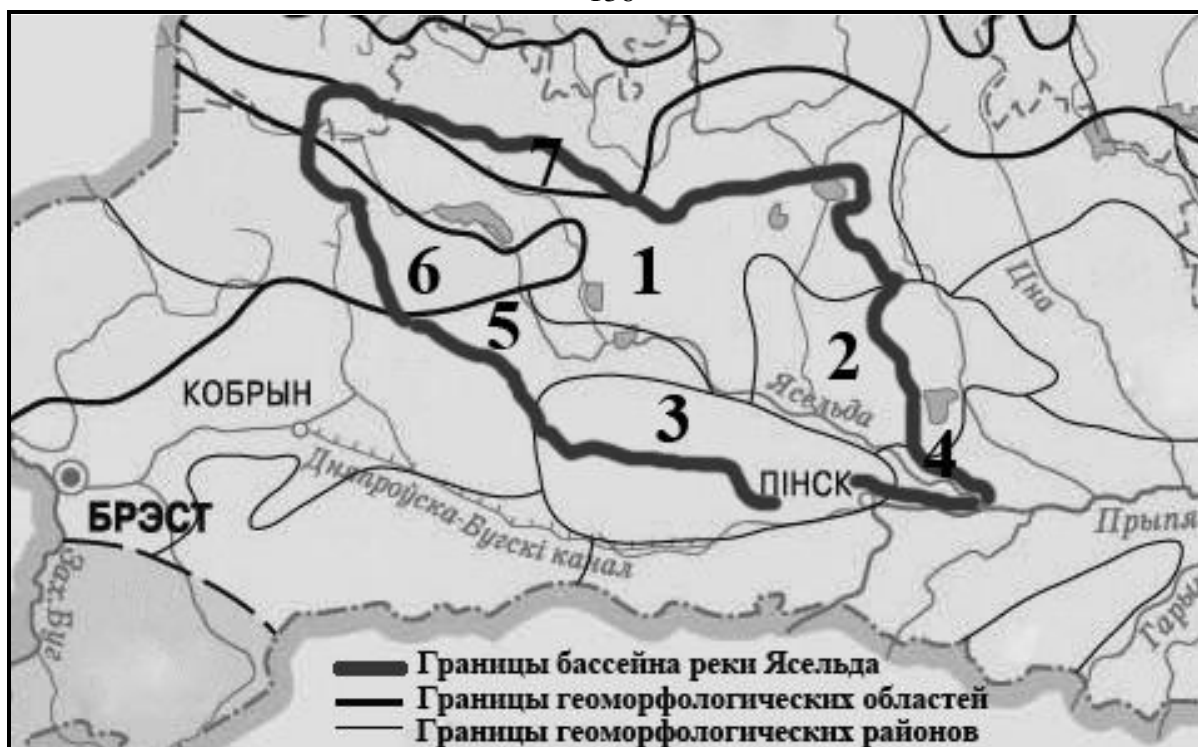
Введение. Ясельда является вторым (после р. Птичь) по длине и водности левосторонним притоком р. Припять [1]. Имея длину 250 км, река протекает в Пружанском, Березовском, Дрогичинском и Пинском районах Брестской области. На ней расположен г. Береза с населением около 30 тыс. человек. Будучи самым длинным водотоком в пределах Брестской области, река имеет площадь водосбора около 7790 км², что составляет практически четвертую часть региона. В то же время в пределах бассейна реки действует только 4 пункта мониторинга качества

вод: р. Ясельда у г. Береза и н. п. Сенин, а также на озерах Белое и Черное [2, с. 36]. Все сказанное говорит о важности дальнейшего развития мониторинга качества поверхностных вод в пределах рассматриваемого речного бассейна.

Материал и методика исследования основывались на анализе результатов мониторинга качества поверхностных вод и территориальной неоднородности условий их формирования в бассейне р. Ясельда.

Результаты исследования. Анализ результатов мониторинга качества поверхностных вод [2] свидетельствует о сложной гидрохимической обстановке на р. Ясельда. Для реки характерен напряженный кислородный режим, содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в районе г. Береза за последние годы неоднократно возросло до 10 ПДК. На протяжении длительного периода фиксируется устойчивое «аммонийное» загрязнение Ясельды у н.п. Сенин, а содержание азота нитритного в воде реки ниже г. Береза регулярно превышает ПДК. Также регулярно регистрируются превышения лимитирующего показателя фосфором фосфатным. Превышают ПДК его среднегодовые показатели ниже г. Береза. Количество соединений меди и цинка, выявленное в воде р. Ясельда, в несколько раз превышает их естественное содержание в водных объектах бассейна Припяти. По результатам анализа развития гидробионтов Ясельда является одним из наиболее загрязненных притоков Припяти, ее воды на разных участках течения оцениваются как «умеренно загрязненные» либо «загрязненные», что свидетельствует о значительном загрязнении природного и антропогенного характера.

Условия формирования качества поверхностных вод в бассейне р. Ясельда характеризуются значительной территориальной неоднородностью. В качестве основы для их изучения были взяты геоморфологические районы в пределах бассейна (рисунок). Выбор в качестве основы исследования данного типа естественных территориальных единиц, с одной стороны, был обусловлен важностью рельефа в формировании стокоформирующих факторов географической среды бассейна, с другой – четкостью и однозначностью границ самих геоморфологических районов.



Область Полесской низины: 1 – Наревско-Ясельдинская низина, 2 – Логишинская равнина, 3 – равнина Загородье, 4 – Луинецкая низина, 5 – Брестская низина.

Область равнин и низин Предполесья: 6 – Пружанская равнина, 7 – Косовская равнина

Рисунок – Положение бассейна реки Ясельда относительно геоморфологических районов, по [3]

Неоднородность антропогенных факторов формирования качества поверхностных вод наиболее четко проявляется в территориальном распределении населенных пунктов и структуры земельного фонда по геоморфологическим районам в пределах бассейна (таблицы).

Вывод. Таким образом, количество существующих пунктов мониторинга вод в пределах бассейна р. Ясельда можно охарактеризовать как недостаточное. Важнейшими направлениями развития мониторинга качества поверхностных вод его территории являются учет неоднородности естественных и антропогенных условий формирования качества поверхностных вод в привязке к природным территориальным структурам.

Таблица 1 – Важнейшие характеристики селитебной освоенности геоморфологических районов бассейна реки Ясельда

Геоморфологический район	Количество сельских населенных пунктов	Средняя людность сельских населенных пунктов, чел.	Количество поселков городского типа	Количество городов
Брестская равнина	54	220	–	–
Равнина Загородье	102	370	–	–
Коссовская равнина	10	180	–	–
Логишинская равнина	25	290	1	–
Лунинецкая низина	10	300	–	–
Наревско-Ясельдинская низина	59	300	1	1
Пружанская равнина	91	170	–	1

Таблица 2 – Структура земельного фонда в пределах геоморфологических районов бассейна реки Ясельда

Геоморфологический район	Площадь района, км ²	Площадь типов угодий в пределах района, км ²			
		леса	с/х земли	болота и заболоч. земли	земли под водными объектами
Брестская равнина	660	105	466	74	15,0
Равнина Загородье	835	194	632	6	2,4
Коссовская равнина	116	50	63	3	0,1
Логишинская равнина	840	471	346	23	0,6
Лунинецкая низина	119	16	55	43	5,0
Наревско-Ясельдинская низина	2385	1441	770	75	96,0
Пружанская равнина	695	121	502	70	2,7
Всего	5650	2398	2834	294	121,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Природа Беларуси : энциклопедия : в 3 т. Т. 2. Климат и вода / редкол. : Т.В. Белова [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. – 2010. – 504 с.
2. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / под ред. С.И. Кузьмина. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2011. – 308 с.
3. Нацыянальны атлас Беларусі / рэдкал.: М.У. Мясніковіч [і інш.]. – Минск : РУП «Белкартаграфія», 2002. – 292 с.

УДК 911.2:556.5

О.В. ТОКАРЧУК, Е.В. МОСКАЛЕНКО

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: oleg.v.tokarchuk@mail.ru, katik_mosk@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОГРАФИИ
ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПТИЧЬ**

Введение. На качество вод и геоэкологическое состояние рек и их водосборов оказывают негативное влияние ряд антропогенных факторов, проявление которых обусловлено присутствием здесь населения и его хозяйственной деятельности, направленной на преобразование окружающей среды. Важными показателями хозяйственной деятельности в бассейне реки Птичь является развитие городов, деятельность промышленных предприятий добывающей и обрабатывающей промышленности. Данные виды хозяйственной деятельности производят значительное количество жидких, твердых и газообразных отходов, ухудшающих экологическое состояние отдельных водосборов и бассейна реки в целом. Они образуют так называемые точечные источники загрязнения поверхностных вод бассейна.

Материал и методика исследования. Целью проведенного исследования являлось изучение особенностей хозяйственной деятельности в бассейне реки Птичь и выявление основных точечных источников загрязнения поверхностных вод. Основные этапы исследования: 1) анализ концентрации городского населения в бассейне реки Птичь; 2) описание распределения основных объектов добывающей промышленности в пределах бассейна; 3) отбор и составление перечня возможных источников промышленного загрязнения территории; 4) составление и оформление картографических материалов, отражающих пространственное распределение точечных источников загрязнения поверхностных вод.

Результаты и их обсуждение. Согласно административно-территориальному делению территория бассейна реки Птичь размещается в пределах 14 административных районов Минской (Минский, Дзержинский, Узденский, Пуховичский, Слуцкий, Стародорожский, Любанский и Солигорский районы), Гомельской (Октябрьский и Петриковский районы) и Могилевской (Осиповичский, Глусский и Бобруйский районы) областей. Особенностью бассейна является то, что на его территории с площадью 9470 км² размещаются только 3 города, все являются административными центрами районов. Среди них: г. Старые Дороги с численностью населения 11,1 тыс. чел., г. Любань – 11,9 тыс. чел., г. Глуск – 7,8 тыс. чел. Значительное количество населения сконцентрировано также в девяти поселках городского типа. Наиболее крупные из них расположены в Минской области: г.п. Копатушкевичи (3,9 тыс. чел.), г.п. Октябрьский (7,8 тыс. чел.), г.п. Мачулищи (7,5 тыс. чел.), г.п. Руденск (2,7 тыс. чел.), г.п. Правдинск (2,4 тыс. чел.), г.п. Глуша (1,5 тыс. чел.) и г.п. Птичь (1,0 тыс. чел.).

Прямое негативное воздействие на экологическое состояние территории бассейна реки Птичь оказывают разработки полезных ископаемых. Здесь добываются топливно-энергетические полезные ископаемые (нефть на территории Октябрьского района, горючие сланцы в Любанском районе, торф на двух месторождениях в пределах Узденского и Пуховичского районов), многочисленные виды строительного сырья (песчано-гравийные смеси, глины и строительный песок в Минском районе, месторождения мела и глин в Любанском районе). Таким образом, источники техногенной трансформации рельефа в значительной степени рассредоточены по территории бассейна.

По количеству промышленных предприятий лидирует Стародорожский район Минской области. Здесь расположены 16 предприятий, в том числе 4 предприятия пищевой промышленности (ОАО «Стародорожский маслодельный завод», КПУП «Стародорожский плодоовощной завод»). Также развиты строительная и лесная отрасли хозяйства, представленные ОАО «Универсалремстрой», филиалом КУП «Минскоблстрой» – «ДРСУ–211», ОАО «Вертикаль», ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз». В области машиностроения работает ОАО «Стародорожский механический завод».

Пуховичский район специализируется в основном на производстве продуктов питания, в пределах бассейна размещается 8 предприятий района. Половина из них – пищевые комбинаты: ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов», ИП «Морозпродукт», ОАО «Пуховичский пищекомбинат». Лесная промышленность представлена ОАО «Пуховичская картонная фабрика». В химической отрасли работает ОАО «Завод горного воска».

В Глусском районе, целиком размещенном в пределах бассейна реки Птичь, расположены 6 промышленных организаций, среди которых выделяются предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности: Лесопильно-деревообрабатывающий цех ГЛХУ «Глусский лесхоз», ЗАО «Глускдрев». Развитая сфера услуг, представленная ОАО «Глусские Бытуслуги», Глусское райпо. Пищевая промышленность представлена молочной подотраслью (Глусский цех ОАО «Осиповичский молочный комбинат»), машиностроение – предприятием ООО «Технотрансдеталь».

В г. Любань размещаются предприятия пищевой (ОАО «Любанский сыродельный завод») и лесной (Любанский лесхоз) промышленности. Важнейшим центром строительной отрасли и производства строительных материалов на территории Любанского района в пределах бассейна реки Птичь является ПО «Смольгово», которое включает в себя 2 крупных предприятия – ОАО «Любанский завод стеновых блоков» и ОАО «Любанский комбинат строительных материалов». Химическая промышленность представлена предприятием ООО «Белкарпластик». В прибрежной полосе реки Ореса расположены очистные сооружения г. Любань. Для предотвращения загрязнения реки Оресы сточными водами в городе предполагается строительство новых очистных сооружений.

В Октябрьском районе развита пищевая (ОАО «Октябрьский завод сухого обезжиренного молока») и химическая (ЧУП «Октябрьагрохимия») отрасли промышленности.

Вывод. Таким образом, бассейн реки Птичь характеризуется повсеместным распространением разнородных точечных источников загрязнения поверхностных вод (рисунок). Их учет является важным направлением оптимизации сети мониторинга качества поверхностных вод бассейна.

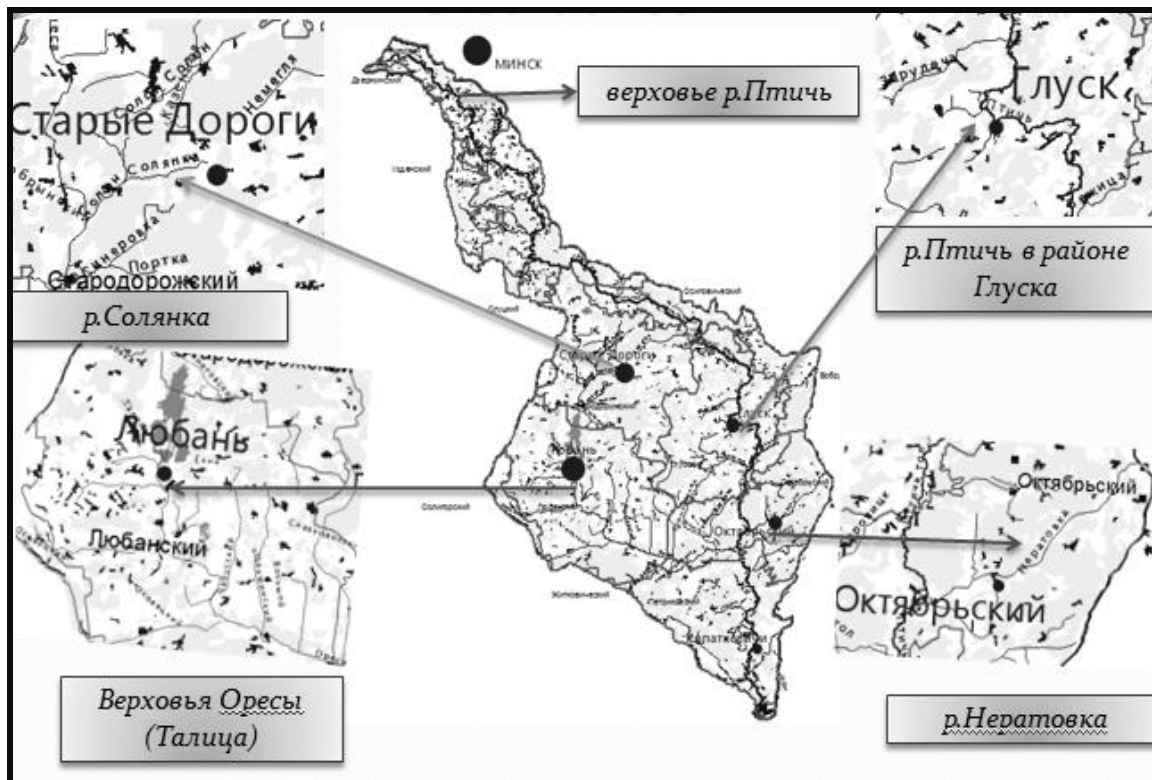


Рисунок – Наиболее значимые точечные источники загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Птичь

УДК 556:912.44

С.М. ТОКАРЧУК, С.С. РОМАНИУК

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: svetlana.m.tokarchuk@tut.by, snezhana-kuhtej@mail.ru

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ИВАНОВСКОГО РАЙОНА В ЭЛЕКТРОННОМ АТЛАСЕ

Создание электронных атласов является одним из наиболее эффективных методов пространственного анализа. Электронные атласы включают основные аспекты системного подхода в географии и являются идейной основой создания ГИС. Электронные атласы могут быть самыми разнообразными (комплексными, геоэкологическими и др.). Электронное атласное картографирование позволяет создавать на основе базового ГИС-проекта самые разнообразные продукты, а также сочетать картографические изображения с другим иллюстративным мате-

риалом (графиками, диаграммами, фотографиями), табличными данными, текстовыми описаниями и др.

Электронный природоохранный атлас Ивановского района (далее Атлас) скомпонован в среде *chm*. Он имеет сложную многоуровневую структуру. В целом в Атласе можно выделить две части: вспомогательная (главная страница, пояснительная записка, источники данных, публикации, разработчики и контакты) и основная (собственно Атлас, состоящий из 4 частей: общая характеристика, физико-географическая характеристика, особо охраняемые природные территории, охраняемые виды).

В Атласе показаны современные особенности природы района, в том числе компоненты природы, преобразованные в результате хозяйственной деятельности. Одним из наиболее преобразованных природных компонентов выступает речная сеть.

Речная сеть района в Атласе представлена следующим образом:

1. *Положение Ивановского района в пределах схемы гидрологического районирования.* В данном случае использовалась схема гидрологического районирования в масштабе Беларуси, где жирными контурами отмечена граница Ивановского района. Ивановский район находится в пределах Припятского гидрологического района и двух подрайонов.

2. *Положение Ивановского района в пределах основных бассейнов рек Беларуси.* В данном случае использовалась схема основных бассейнов рек в масштабе Беларуси, где жирными контурами отмечена граница Ивановского района. Территория Ивановского района находится в бассейне реки Припять (рисунок 1).

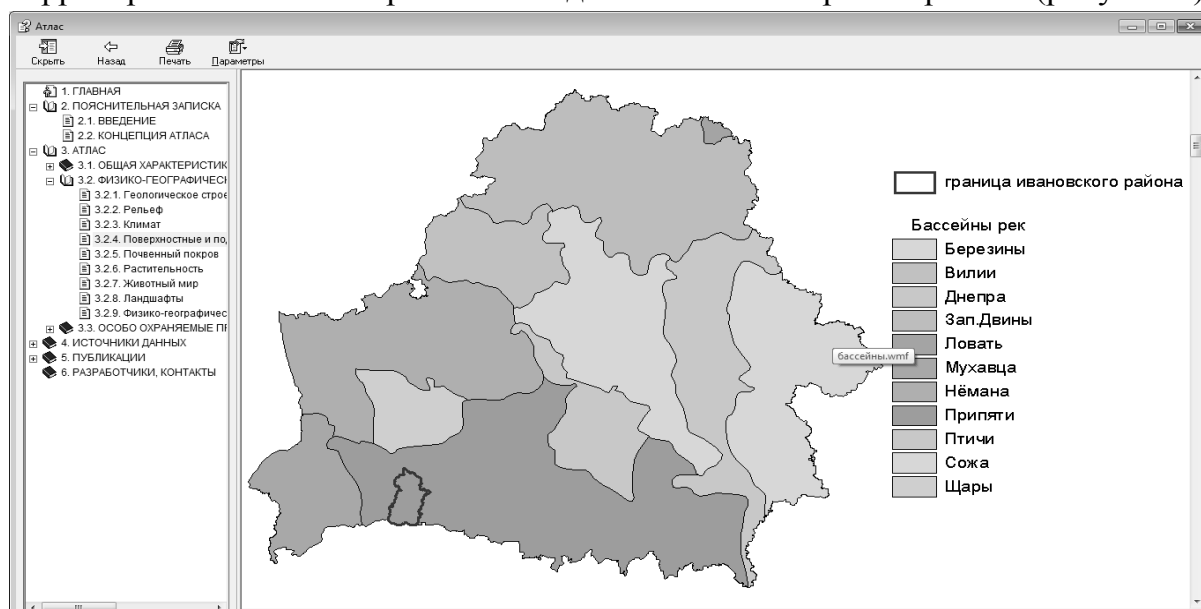


Рисунок 1 – Картосхема «Положение Ивановского района в пределах бассейна реки Припять» в Атласе

3. *Речная и мелиоративная сеть Ивановского района.* В данном случае представлена карта речной и мелиоративной сети Ивановского района оцифрованная с карты масштаба 1 : 100 000. В целом было оцифровано 684 линии рек,

ручьев, канав и каналов. Ивановский район имеет развитую речную и мелиоративную сеть (рисунок 2).

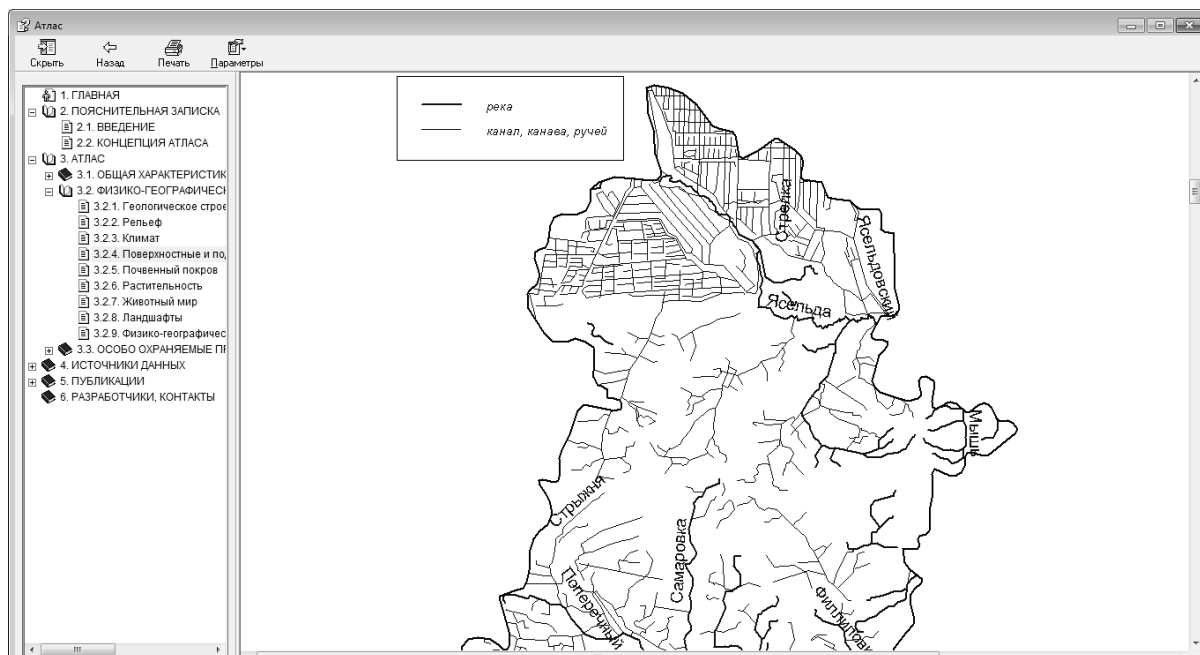


Рисунок 2 – Фрагмент карты «Речная и мелиоративная сеть Ивановского района» в Атласе

4. ГИС-анализ речной и мелиоративной сети Ивановского района. В данном случае на основе карты речной и мелиоративной сети Ивановского района с использованием модулей *ArcView GIS* «Мастер пространственных операций» и «*XTools*» были рассчитаны и представлены в виде графиков длины рек и длины главных каналов в пределах территории Ивановского района (рисунок 3).

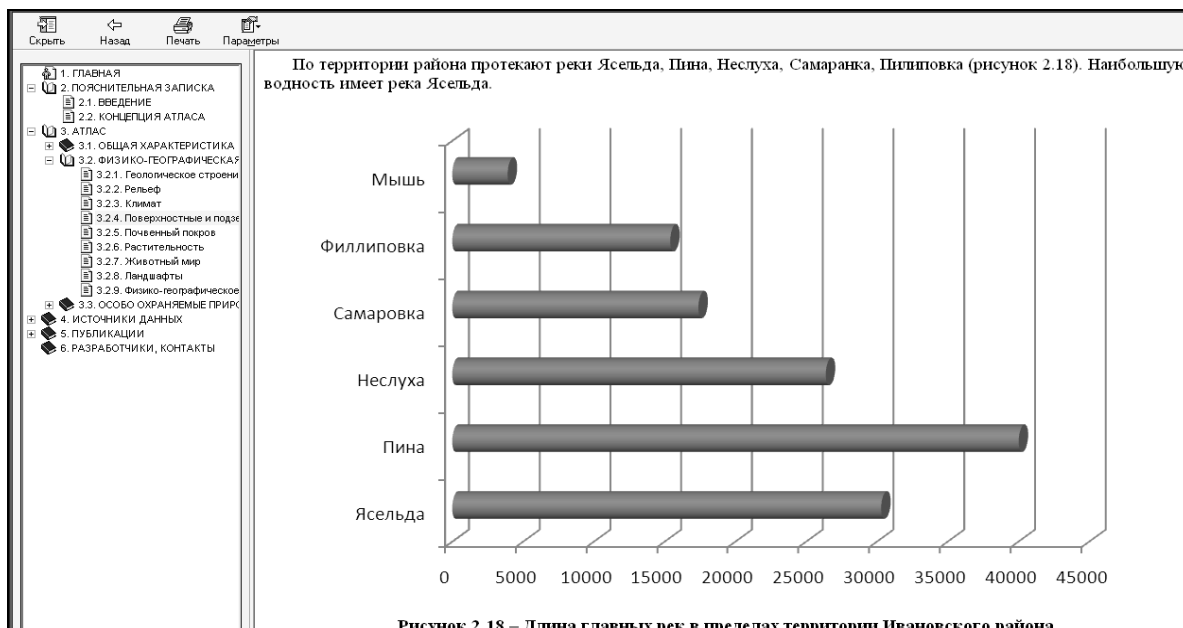


Рисунок 2.18 – Длина главных рек в пределах территории Ивановского района

Рисунок 3 – Столбчатая диаграмма «Длина главных рек в пределах территории Ивановского района» в Атласе

5. *Описание основных рек и каналов, протекающих по территории Ивановского района.* В данном случае на основе литературных источников были даны полные описания основных рек и каналов.

6. *ГИС-анализ гидрографической сети Ивановского района.* В данном случае на основе карты речной и мелиоративной сети Ивановского района с использованием модулей *ArcView GIS «Мастер пространственных операций»* и *«XTools»* были рассчитаны основные показатели естественной и искусственной речной сети.

Длина речной сети составляет 268,3 км, а мелиоративной – 1548,9 км.

Площадь Ивановского района составляет 1,55 тыс. км².

Густота речной сети – $268,3 \text{ км} / 1,55 \text{ тыс. км}^2 = 0,17 \text{ км/км}^2$.

Густота мелиоративной сети – $1548,9 \text{ км} / 1,55 \text{ тыс. км}^2 = 0,99 \text{ км/км}^2$.

7. *Описание основных характеристик рек и каналов, протекающих по территории Ивановского района.* В данном случае на основе литературных источников представлены краткие характеристики гидрографической сети района: степень загрязнения реки Ясельда сточными водами, максимальный и минимальный сток рек и др.

УДК 502.63

С.М. ТОКАРЧУК, Е.В. ТРОФИМЧУК

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: svetlana.m.tokarchuk@tut.by, e.v.trofimchuk@mail.ru

УНИКАЛЬНОСТЬ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ И ОХРАНЯЕМЫЕ ЛАНДШАФТЫ БАССЕЙНА РЕКИ ЩАРА

Введение. Уникальность ландшафтной структуры имеет большое значение для проведения экологического мониторинга, т.к. позволяет выделить те виды ландшафтов, которые больше всего нуждаются в комплексном исследовании и охране. Выделение и анализ охраняемых видов ландшафтов, а также их сопоставление с уникальностью ландшафтной структуры территории имеет важное значение для создания экологических пунктов наблюдений и сети комплексного мониторинга.

Под уникальностью ландшафтной структуры понимается определение видов ландшафтов, удельный вес которых в пределах изучаемой территории составляет более 30 % от всей его площади в Беларуси.

В состав охраняемых ландшафтов входят особо охраняемые природные территории республиканского значения с различным режимом охраны в их законодательно учрежденных границах.

Материал и методика исследования. Целью исследования является проанализировать особенности уникальности ландшафтной структуры и охраняемых видов ландшафтов в бассейне реки Щара.

Для достижения поставленной цели использовались возможности ГИС-анализа. Исследование проводилось с использованием ГИС-пакета *ArcView GIS* со встроенными модулями *GeoProcessing Wizard*, *XTools* и др.

Структура исследования: (1) оцифровка ландшафтной карты Беларуси масштаба 1 : 600 000 в ранге видов ландшафтов; (2) выбор и оцифровка крупных площадных ООПТ бассейна; (3) ГИС-анализ ландшафтной структуры бассейна в ранге видов ландшафтов; (4) ГИС-анализ уникальности ландшафтной структуры бассейна; (5) ГИС-анализ охраняемых видов ландшафтов бассейна.

В результате проведенного ГИС-анализа было рассчитано и проанализировано четыре основных показателя:

Л1: площадь вида ландшафта в пределах бассейна реки Щара, %.

Л2: площадь вида ландшафта в пределах Беларуси, %.

Л3: удельный вес вида ландшафта в бассейне р. Щара от вида ландшафта в Беларуси, %.

Л4: площадь вида ландшафта в пределах ООПТ бассейна р. Щара, %.

Результаты и их обсуждение. В пределах бассейна реки Щара встречается 15 видов ландшафтов (таблица). Наибольшие площади (более 10 %) занимают 59-й (плоские с березовыми орляково-зеленомошно-кисличными лесами) и 12-й (мелкохолмистые с сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами) видов.

Согласно проведенному ГИС-анализу уникальности ландшафтной структуры, на территории бассейна выделяется 12-й вид (мелкохолмистые с сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами), расположенный в долине центральной части реки Щара, 50 % площади которого расположено именно в бассейне Щары. Уникальность характерна и для 72-го вида ландшафта (волнистые с сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами), который занимает в бассейне 8,12 %, что составляет 49,87 % вида от всей площади в Беларуси.

В границе бассейна реки Щара находится 5 заказников республиканского значения: два биологических (*Слонимский*, образованный в 1978 г., с площадью 4 812,73 га, и *Ружанская пуца*, образованный в 1986 г., с площадью 2 812,0 га), один гидрологический (*Выгонощанский*, образованный в 1968 г., имеющий площадь 54 915,4 га), два ландшафтных (*Стронга*, образованный в 1998 г., с площадью 12 015,0 га, и *Липичанская пуца*, образованный в 2002 г., с площадью 15 153,0 га).

На территории ООПТ бассейна реки Щара выделяется 9 видов ландшафтов из 15 представленных в бассейне. Наибольшие площади в пределах ООПТ (15–20 %) занимают 72-й, 60-й и 102-й виды ландшафтов. 72-й вид отмечается высокой уникальностью по отношению к ландшафтной структуре Беларуси, значительные площади он занимает в заказнике Липичанская пуца, 60-й и 102-й – невысокими площадями в пределах бассейна. 10–15 % от общей площади ООПТ занимают 12-й,

13-й и 101-й виды ландшафтов, для 12-го также характерна высокая уникальность, а для двух остальных невысокие площади в пределах бассейна.

Таблица – Результаты ГИС-анализа ландшафтной структуры бассейна реки Щара в ранге видов ландшафта

Вид	Л1	Л2	Л3	Л4
12. Мелкохолмистые с сосновыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах	10,76	2,49	50,14	13,07
13. Мелкохолмисто-увалистые с широколиственно-еловыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах	6,87	3,06	26,10	9,99
18. Мелкохолмисто-увалистые с широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых почвах	4,09	2,27	20,90	4,82
19. Мелкохолмисто-грядовые с карстовыми воронками, дубравами на дерново-подзолистых почвах	2,83	2,51	13,12	1,08
20. Среднехолмисто-грядовые с широколиственно-сосновыми и широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых почвах	5,61	3,20	20,41	0
41. Волнисто-увалистые с придолинными зандрами, широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых глееватых почвах, сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах	2,75	7,06	4,54	0
43. Волнистые с придолинными зандрами, широколиственно-еловыми, сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах	4,43	5,25	9,80	0
50. Волнистые с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолисто-глееватых почвах	9,24	9,35	11,49	0
59. Плоские с березовыми лесами на дерново-подзолисто-глееватых почвах и сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах	15,90	5,95	31,05	0
60. Волнистые с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах	6,84	6,69	11,90	17,91
62. Волнистые с дубравами, сосновыми, березовыми лесами на дерново-подзолистых почвах, лугами на дерново-глееватых почвах	8,75	18,60	5,47	0
72. Волнистые с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, березовыми лесами на дерново-подзолисто-глееватых почвах	8,12	1,89	49,87	19,08
101. Плосковогнутые с низинными болотами, пушисто-березовыми осоковыми, черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах	2,61	5,73	5,31	13,18
102. Плоские с верховыми и переходными болотами, пушистоберезовыми, сосновыми лесами на торфяно-болотных почвах	2,60	9,37	3,24	15,51
104. Долины с плоской поймой, локальными террасами, лугами на дерново-глееватых почвах, низинными болотами на торфяно-болотных почвах, сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах	8,39	10,92	8,93	3,91

В пределах ООПТ отсутствует 6 видов ландшафтов. Анализ представленной таблицы позволяет объединить данные виды в несколько групп: (1) 41-й, 43-й, 50-й и 52-й виды ландшафтов – занимающие низкие (2,5–5 %) и средние площади (5–10 %) в пределах бассейна, но характеризующие низкой и невысокой уникальностью ландшафтной структуры (4–11,5 %); (2) 20-й вид ландшафтов – занимающий средние площади (5–10 %) в пределах бассейна, и характеризующие средней уникальностью ландшафтной структуры (20,41 %); (3) 59-й вид ландшафтов – занимающий максимальную площадь (15,9 %) в пределах бассейна, и характеризующие относительно высокой уникальностью ландшафтной структуры (31,05 %). Таким образом, возникает необходимость в создании новых ООПТ в пределах бассейна реки Щара, в первую очередь в пределах 20-го и 59-го видов ландшафтов.

УДК. 528.8.04

О.В. ТОМЧЕНКО, П.В. ЛУЦЕНКО

Украина, г. Киев, ЦАКИЗ ИГН НАНУ, ЧАО «Визиком»

E-mail: Tomch@i.ua, Pavel_Lutsenko@i.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАРАСТАНИЯ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС/ДЗЗ-ТЕХНОЛОГИЙ

Днепр является третьей по величине рекой Европы после Волги и Дуная. Общая площадь бассейна реки Днепр составляет 504 тыс. км², из них в пределах Украины – 291,4 тыс. км². С общей длины, около 2200 км, примерно, 981 км приходится на Украину. Бассейн реки Днепр представляет собой трансграничную систему: менее 20 % от общей площади речного бассейна расположено в пределах территории Российской Федерации, 23 % на территории Республики Беларусь, и немногим более 57 % находится в пределах Украины.

На территории Украины Днепр практически перестает быть полноценной рекой, так как система бассейна реки зарегулирована большим количеством водохранилищ, каналов, водоводов, прудов, дамб и шлюзов. В бассейне Днепра было сооружено 564 водохранилища общей площадью 775,6 км² и объемом 46,2 км³. В среднем и нижнем течении Днепр зарегулирован каскадом крупнейших водохранилищ (Киевское, Каневское, Кременчугское, Днепродзержинское, Днепровское и Каховское).

Вследствие уменьшения поступления воды из притоков Днепра, замедления тока, испарения воды, а также забора воды для хозяйственных нужд водность реки уменьшилась примерно на 20 %. При этом прослеживается преобразование функциональной речной экосистемы в озерно-речную, с соответствующим замедлением водообмена, а также снижением способности реки к само-

очищению, что повлекло за собой существенное ухудшение экологического состояния реки в целом.

Для оценки вредоносного антропогенного воздействия на окружающую среду чрезвычайно важна система экологического мониторинга водных экосистем на основе сочетания материалов наземных наблюдений состояния качества воды с данным дистанционного зондирования Земли на основании ГИС/ДЗЗ-технологий и их дальнейший статистический анализ с помощью системных методов. Наибольшее внимание при исследовании привлекают к себе мелководья – участки акватории с глубинами менее 2 м, которые являются природным био-фильтром между основной акваторией водохранилища и прилегающей сушей, в которых наиболее активно происходят физические, химические и биологические процессы формирования качества воды. В украинской части бассейна реки Днепр общая площадь мелководных участков водохранилищ Днепровского каскада составляет 1,341 км². Верховья Киевского водохранилища характеризуются значительными площадями мелководий (около 40 % от общей площади). Главными ценозообразователями являются виды воздушно-водных растений. Основные массивы зарослей расположены в Днепровском и Припятском отрогах, Теревском заливе.

Целью исследования было оценить постепенные изменения, происходящие в экосистеме верховья Киевского водохранилища с использованием дистанционных данных КА Landsat 5 и смоделировать дальнейшее развитие экологического состояния территории. В ходе исследования были использованы мультиспектральные снимки с КА Landsat 5 за период с 1985 до 2011 г. Для более детального дешифрирования и анализа современного состояния территории мелководий дополнительно использовались снимки высокого разрешения QuickBird, а также топографические карты и карты глубин, с опорой на которые было сделано предварительное районирование водохранилища и составлена схема его зарастания. Для обработки и интерпретации данных ДЗЗ были использованы ПК Erdas Imagine, ArcGis и QGis. На первом этапе были отобраны 14 снимков Landsat 5-летнего периода, когда вегетационная масса водной растительности является наибольшей. Следующим шагом было исследование спектральной яркости отражающих поверхностей различных объектов в зависимости от длины волны на синтезированных снимках. На территории верховья водохранилища в ходе визуального дешифрирования были сгруппированы на базе основных классов отражающих поверхностей: лесные массивы (хвойные и лиственные с кустарниками), естественные луга и пастбища, высшая водная растительность (воздушно-водная, растительность с плавающими на поверхности листьями и погруженная растительность), открытая водная поверхность, песчаные массивы. Дешифрирование водной растительности выполнялось: по расположению и форме контура, его структуре и фототону. После создания эталонных классов на основе априорной информации о геоботаническом районировании территории и полевого дешифрирования была проведена автоматическая классификация, которая представляла собой искусственные нейронные сети на основе многослойного персептрона. На вход классификатору в ПК QGis был подан файл синтезированного снимка (с добавле-

нием значений нормированного водного индекса в виде дополнительного канала) и файл эталонов. На основе этих данных построена зависимость средней яркости в классе от длины волны для различных типов поверхности. В результате получено изображение, в котором каждый пиксель отнесен к одному из классов по спектральным образам эталонов (рисунок).

Результаты классификации отразили значительное увеличение площадей, занятых воздушно-водной растительностью (рогозом узколистым (*Typha angustifolia*) и камышом обыкновенным (*Phragmites communis*)) – с 8211,1 га в 1985 г. до 13716,5 га в 2011 г., и водной растительностью с плавающими на поверхности листьями (кубышкой желтой (*Nuphar luteum*) и водяным орехом (*Trapa natans*)) с 4519,0 га в 1985 г. до 9866,6 га в 2011 г. По данным наземных наблюдений, центральной геофизической обсерватории Киева, отмечен резкий рост концентрации CO_2 от 1,9 мг/л в 1985 г. до 13,6 мг/л в 2009 г. Главным источником поступления CO_2 в природные воды являются процессы биохимического распада органических остатков и окисления органических веществ. На территории верховья водохранилища также прослеживается постепенное уменьшение количества Cl -ионов от 27,4 мг/л в 1985 г. до 20,1 мг/л в 2009 г., что может быть признаком уменьшения загрязнения водоема хозяйственно-бытовыми сточными водами.

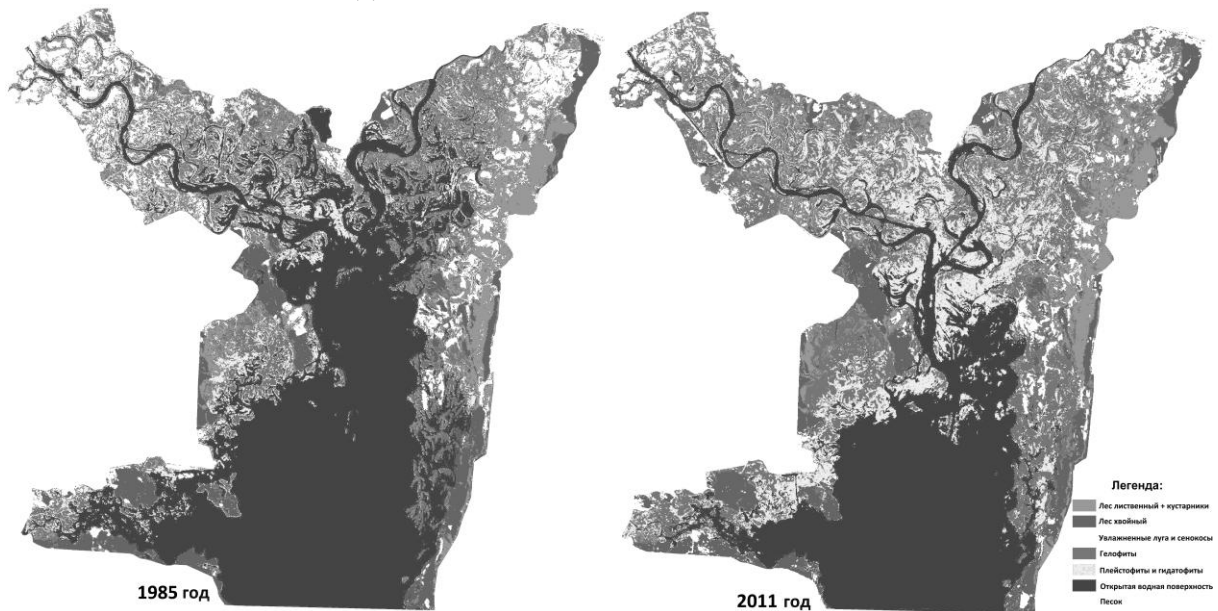


Рисунок 1 – Динамика зарастания верховья Киевского водохранилища по результатам контролируемой классификации

Строительство каскада водохранилищ привело к коренной трансформации природных ландшафтов на почти тысячекилометровом участке долины Днепра. На месте затопленной поймы и частично боровой террасы образовалось около 140 тыс. га мелководий, на которых под влиянием комплекса разнообразных факторов сформировались новые, специфические ландшафты водохранилищного типа.

УДК 911.373

Т.Г. ФЛЕРКО, О.В. ШЕРШНЕВ

Беларусь, г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: tflerco@mail.ru, gomelgeo@yandex.ru

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПИТЬЕВЫХ ВОД СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЛЕЛЬЧИЦКОГО РАЙОНА

Отличительной особенностью Лельчицкого района является отсутствие на его территории городов, промышленных предприятий, крупных животноводческих комплексов, птицефабрик. Сформировавшаяся здесь крупноселенная система сельского расселения характеризуется расположением сельских поселений на значительном расстоянии друг от друга (6,6 км), преимущественно на повышенных участках низменных ландшафтов, т.е. отсутствуют территории с повышенной концентрацией населения.

Для анализа состояния питьевых вод сельских населенных пунктов Лельчицкого района были использованы результаты, полученные санитарными службами района на протяжении 2006–2010 годов, а также материалы собственных полевых исследований. Из полученных 108 проб воды в 22 сельских населенных пунктах района и г.п. Лельчицы 43,5 % не соответствовали требованиям ТНПА по содержанию нитратов. Этот показатель варьировал в пределах от 0,0045 (д. Буйновичи) до 149,1 мг/дм³ (д. Липляны).

На карте, построенной по средним значениям содержания нитратов, выделено три зоны пониженного содержания нитратов в воде колодцев относительно ПДК: западная, восточная и юго-западная (рисунок). Концентрация нитратов увеличивается в пределах территорий занятых аллювиально-террасированными и озерно-болотными ландшафтами, характеризующихся близким от поверхности уровнем залегания грунтовых вод.

Локальными источникам загрязнения являются стоки животноводческих ферм, их на территории района насчитывается 31 (26 молочно-товарных и 3 свинофермы), и два животноводческих комплекса (д. Стодоличи и д. Ударное). В меньшей степени проявляется зависимость содержания нитратов в питьевой воде от внесения органических и минеральных удобрений на сельскохозяйственные угодья изучаемой территории. Это можно объяснить мелкоконтурностью сельскохозяйственных угодий и значительной удаленностью их от населенных пунктов.

В районе было изучено эколого-географическое состояние 27 сельских населенных пунктов. В 80 % из них отдельные улицы оснащены местным централизованным водоснабжением. Преобладают индивидуальные колодцы, в большинстве своем крытые, соблюдаются правила расположения относительно скотных дворов, оборудованы скамейками для ведер. Общественные колодцы на расстоянии 2-3 м от дороги (70 %), ограждены в 20 % случаев, без сливов, скамеек для ведер (70 %).

Локальными источниками загрязнения подземных вод являются стоки животноводческих ферм, в результате неправильного расположения сельскохозяйственных построек и жилой застройки относительно мелиоративных каналов, притоков малых рек, озер (д. Боровое, д. Симоничи, д. Приболовичи).

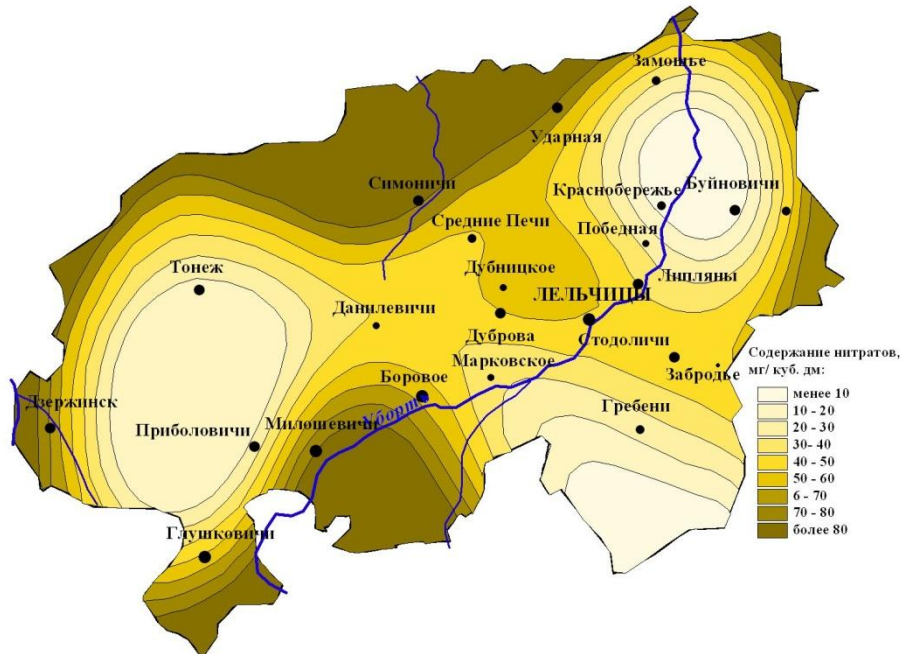


Рисунок – Содержание нитратов в питьевой воде колодцев Лельчицкого района

В апреле – августе 2010 года нами отслеживалось состояние питьевых вод семи водных объектов (колодцев) в трех сельских поселениях Лельчицкого района (Липляны, Победное, Буда-Софиевка), проведен анализ 19 проб воды. Также осуществлялся отбор проб воды в четырех колодцах г.п. Лельчицы, расположенных в местах выхода на поверхность грунтовых вод (на родниках) (11 проб).

Содержание нитратов в отобранных пробах колеблется в пределах 8,3–149,1 мг/дм³. Превышение ПДК отмечается в восьми пробах (42 %), все они приходятся на весенний и осенний сезоны, когда УГВ наиболее высокий.

Концентрация железа в воде варьирует от <0,10 до 0,74 мг/дм³, зафиксировано четыре пробы с превышением допустимых значений (0,33–0,74 мг/дм³). Все они также отобраны в переходные сезоны. В единичных случаях отмечается превышение общей жесткости (12,24 мг-экв/дм³), мутности (3,2 мг/дм³). В шести пробах цветность в пределах от 35 до 140° при норме не более 30°.

В г.п. Лельчицы было исследовано четыре общественных колодца, оборудованных в местах выхода подземных вод на поверхность. Родники находятся на дне мелиоративных каналов, оснащены крышками, к ним подведены пешеходные дорожки.

Результаты химических анализов проб воды родников показали значительное превышение ПДК концентрации нитратов в весенний период – 48,8–63,4 мг/дм³ при норме не более 45 мг/дм³. Это объясняется санитарным состоянием каптажей, а также составом сточных вод с прилегающих территорий, попа-

дающих в мелиоративные каналы. Прилегающая к каптажам территория используется для складирования бытового мусора, в канал проведены сточные трубы с приусадебных участков. При этом результаты анализов воды мелиоративного канала в пер. Лесном г.п. Лельчицы не показали значительных превышений ПДК питьевого водоснабжения (нитраты в пределах 21,0–31,9 мг/дм³).

Для сравнения в весенний период была апробирована вода природного источника в д. Каменка Мозырского района. Содержание нитратов в воде достаточно высокое из-за интенсивного использования прилегающей к роднику территории в качестве места отдыха жителей г. Мозыря (38,7 мг/дм³ весной и 69,8 осенью).

Таким образом, исследование состояния питьевого водоснабжения населенных пунктов Лельчицкого района позволило определить ряд проблем, требующих решения при планировании развития системы населенных мест. К ним в первую очередь относится химическое загрязнение питьевых вод колодцев.

УДК 556

И. ХЛОСТ, М. ЗЕЛИНСКИ

Польша, г. Гданьск, Гданьский Университет

E-mail: izachlost@op.pl, marcin.rex@wp.pl

УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ ПРИБРЕЖНЫХ ОЗЕР ПОЛЬШИ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕР ГАРДНО И ЛЭБСКОЕ)

В Польше насчитывается около 7081 озер с площадью более 1 га. Эти озера генетически разнообразные: моренные, карстовые, ледниковые и другие. Другая группа состоит из прибрежных озер. Эти озера характеризуются большими размерами, но небольшими глубинами. В данной работе представлены характеристики колебаний двух прибрежных озер, лежащих в середине польского побережья. К ним относятся: Гардно с площадью 2468 га, с максимальной глубиной 2,6 м, и Лэбское – 7140 га с максимальной глубиной 6,3 м.

Расположение озер Гардно и Лэбского в прибрежной равнине аллювиальных низменностей Гардненско-Лэбска определяет колебание уровней в зависимости от двух основных факторов: колебания уровня Балтийского моря и сезонных колебаний притока подземной и речной воды. Отток к морю затруднен барьером кос, но гидравлическая связь поддерживается через каналы, соединяющие озера с морем. В случае с озером Гардно – это канал Лупава, в случае Лэбского – канал Лэба. Во время понижения уровня моря увеличивается отток из озер, что приводит к падению уровня воды в обоих озерах. С другой стороны, подъем уровня Балтийского моря приводит к тому, что морские воды вторгаются в озера. В обоих случаях наблюдается увеличение уровня озер, при этом в первом случае это постепенное увеличение, а во втором сопровождаемое изменением в составе гидрохимических показателей (соленость).

Изменчивость водного режима озер определяется количеством осадков, количеством воды, подаваемой по каналам, рекам, подземным стоком и принудительным притоком воды из польдеров. Озера расположены в нижней части крупных прибрежных рек Лупавы и Лэбы. Средний расход воды р. Лупавы составляет $8,4 \text{ м}^3/\text{с}$, а р. Лэбы – $11,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

Исследования показали, что речная вода имеет решающее значение в формировании водного баланса двух озер, в озере Гардно эта величина составляет 85,7 % от общего объема, в озере Лэбском 64,8 %. Однако их роль в формировании уровня озер трудно проверить, потому что они относятся к транзитным озерам. По словам Шмидта (1967), значительное увеличение уровня озер может происходить во время очень сильных и интенсивных дождей летом. В случае с озером Ямно это значение составляет больше 50 мм в день. Отсюда следует, что механизм формирования уровня озер зависит от динамики колебаний уровня Балтийского моря. Годовые, сезонные и суточные колебания уровней озер могут быть очень большими.

Среднегодовой уровень за период 1957–2007 гг. озера Гардно составил 520 см, озера Лэбское 507 см. Средние годовые колебания в озерах связаны с 7–8-летними циклами изменения уровня моря. Уровни воды озер Гардно и Лэбского характеризуется большими годовыми амплитудами колебания, часто более 1 м, что является главной чертой их гидрологического режима. Абсолютная амплитуда за весь период наблюдений: для озера Гардно составила 134 см, для Лэбского – 130 см, в то время как суточная амплитуда превысила 20 см.

Максимальные уровни воды в озерах бывают во время усиления циклонической деятельности, вызывающей шторма на Балтике с высотой волны до 3 м. Минимальные уровни воды в озерах наблюдаются в мае. Такое положение объясняется понижением уровня вод Балтийского моря в результате изменения циркуляции воздушных масс.

В период 1957–2007 были годы, когда минимумы наблюдались в зимний период. Они были в основном связаны с длительным сохранением погоды с высоким давлением над европейской частью России, в результате чего происходит понижение уровня моря, скорейшее охлаждение и образование ледяного покрова озер. Примером тому был 1996 год, когда общая продолжительность ледяного покрова была почти 140 дней, в результате чего уровень Лэбского понизился до 461 см, близкого к абсолютному минимуму для этого водоема – 458 см.

Колебания воды в озерах связаны с изменениями уровня моря (коэффициент корреляции близок к единице: Гардно = 0,88; Лэбского = 0,93). Меньшее значение коэффициента для озера Гардно свидетельствует о несколько более слабой в зависимости от колебаний уровня моря. Это объясняется тем что средний уровень воды в озере Гардно составляет 19 см над уровнем моря, а Лэбского 5 см. Эти различия определяются целым рядом причин. Первая причина – это параметры каналов, соединяющих озера с морем. Канал реки Лэба (2,25 км) немного длиннее, чем канал Лупава (1,9 км), но в два раза шире (около 50 м) и глубокий (около 8 м). Канал Лупавы имеет ширину около 36 метров и максимальную глубину 2,5 м. Вторая причина заключается в том, что канал Лэбы с ориен-

тирован на северо-восток, а канал Лупавы на северо-запад, он более подвергается влиянию штормов. Третья причина связана с различиями объемов воды в озерах. Озеро Гардно имеет в 4 раза меньший объем воды, в результате чего происходит его быстрое обмеление из-за отложений, которые приносит р. Лупава, способствующих росту ее уровня.

Отсюда следует, что объем притока морских вод в прибрежные озера составляет для озера Гардно 9,6 %, а для Лэбское в три раза выше – 29,2 %.

УДК 556.16.044(476)

Т.А. ШЕЛЕСТ

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: tashelst@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛОЯ СТОКА ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ РЕК БЕЛАРУСИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

При решении ряда практических задач (проектировании водохранилищ, прудов, оценке затопления пойм, пропуске высоких вод через дорожные сооружения, разработке мероприятий по борьбе с наводнениями, отводе вод от сооружений в период их строительства и т.д.) помимо максимального расхода необходимы сведения о продолжительности паводка, интенсивности его подъема и спада. Распределение стока паводка во времени отражают гидрографы дождевых паводков.

Основными элементами расчетного гидрографа являются объем или слой стока паводка, его максимальный расход, общая продолжительность, продолжительность подъема и форма гидрографа паводка.

Существующая методика построения гидрографов дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений на реках предусматривает наличия рек-аналогов [1]. Однако подобрать реку-аналог при нынешней густоте гидрологических постов, которая бы в полной степени соответствовала предъявляемым требованиям, достаточно сложно. Одним из параметров, необходимых для построения гидрографов дождевых паводков, является слой стока расчетной обеспеченности (h_p).

Целью настоящего исследования является определение слоя стока дождевых паводков рек Беларуси в случае отсутствия данных гидрометрических наблюдений. Исходными данными для исследования послужили материалы наблюдений Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за слоями стока дождевых паводков за период от начала инструментальных наблюдений до 1980 г. и среднесуточными расходами воды рек Беларуси за период 1981–2010 г., по которым рассчитывались слои стока.

При наличии данных наблюдений слой стока за паводок h (мм) рассчитывается по формуле:

$$h = \frac{W}{1000 \cdot A}, \quad (1)$$

где A – площадь водосбора, км²;

W – объем стока за весь паводок (м³), который определяется путем суммирования средних суточных расходов воды Q_T , начиная с первого дня подъема паводка T_n и кончая датой конца паводка T_k включительно:

$$W = 86400 \cdot \sum_{T_i}^{T_k} Q_T \quad (2)$$

При этом расходы воды, соответствующие датам начала паводка T_n и конца T_k , включаются в объем в половинном размере.

По имеющимся данным гидрометрических наблюдений рассчитывались слои стока за паводок, которые затем ранжировались. С использованием трехпараметрического гамма-распределения рассчитывались значения слоев стока за время паводков 1, 5, 10 и 25 % обеспеченностей.

Слои стока за паводок 10 % обеспеченности были картографированы с использованием координат центров тяжести водосборов исследуемых рек (рисунк). Для определения слоев стока за паводок другой расчетной обеспеченности получены коэффициенты λ_P , представленные в таблице.

Анализ карты показывает, что наибольшие значения слоя стока за паводок характерны для рек в северной части Беларуси – в среднем 45–50 мм, несколько меньшие – на крайнем юге (40–45 мм). Самые малые показатели слоя стока отмечаются на востоке и крайнем юго-западе страны – около 25–30 мм. На остальных реках страны средние значения слоя стока за паводок 10 % обеспеченности составляют 35–40 мм.

Таблица – Коэффициенты перехода λ_P слоя стока дождевых паводков от 10 % к другим обеспеченностям

Переходный коэффициент λ_P при обеспеченности P , %, равной				
1	5	10	20	25
2,03	1,28	1	0,71	0,65

Таким образом, для определения слоя дождевого паводочного стока (h_P) 10 % обеспеченности построена карта, позволяющая определять величину слоя стока за паводок без привлечения рек-аналогов и рассчитаны коэффициенты перехода от 10 % к другим расчетным обеспеченностям. Расчетный слой дождевого паводочного стока требуемой расчетной обеспеченности (P , %) рассчитывается по соотношению $h_P = \lambda_P \cdot h_{10\%}$, в котором величина слоя стока за паводок обеспеченностью 10 % ($h_{10\%}$) определяется по карте (рисунок), λ_P – коэффициент перехода к слою стока другой обеспеченности, принимаемый по таблице. Карту рекомендуется использовать для определения слоя стока дождевых паводков при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

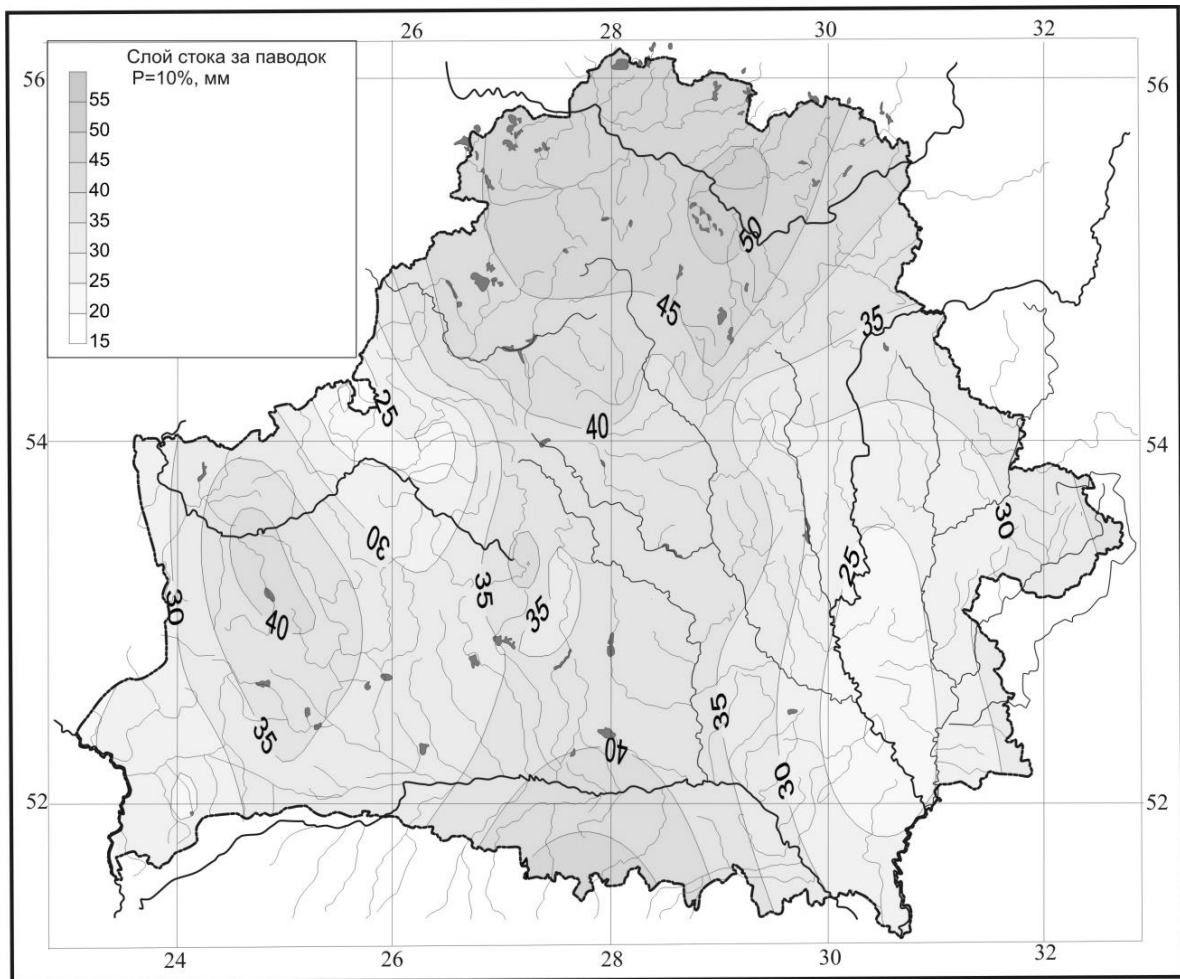


Рисунок – Карта слоя стока за паводок 10 %-ной обеспеченности рек Беларуси

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.04-168-2009(02250). – Минск : Стройтехнорм, 2010. – 55 с.

УДК 556

О.В. ЩЕРБАК, А.Е. КОШЛЯКОВ

Украина, г. Киев, КНУ имени Тараса Шевченко

E-mail: scherbak_olesia@ukr.net

**ПОДХОДЫ К РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЙ
КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Подземные воды – это стратегический природный ресурс для обеспечения питьевых нужд человека. В условиях интенсивной антропогенной нагрузки защищенность подземной гидросферы снижается, что ведет к необратимым изменениям её состояния. В результате происходит сокращение ресурсов питьевых подземных вод и увеличение водного дефицита. Следовательно, процессы деградации качества подземных вод – это одна из главных экологических проблем современности.

Изучение вопросов изменения качества подземных вод напрямую зависит от наличия входной информации по основным показателям режима подземных вод (уровень, дебит, химический состав, температура и др.). Основными поставщиками гидрорежимных данных на территории Украины являются гидрогеологические партии, которые обеспечивают ведение Государственной системы мониторинга подземных вод. Система мониторинга включает проведение наблюдений, сбор, обработку, подготовку, хранение и передачу информации о состоянии подземных вод, оценивание и прогнозирования их изменений во времени. На сегодняшний день по сети мониторинга накоплены длительные (50 лет и более) ряды наблюдений, но они дают детальную характеристику только гидродинамической составляющей режима подземных вод. По гидрохимическому режиму ряды наблюдений короткие, прерывчатые, малочисленные и включают только основные макрокомпоненты.

Для территорий, где существуют тенденции ухудшения качества питьевых подземных вод, таких данных явно недостаточно. Кроме того, очень важно иметь не локальную (точечную), а пространственную информацию о масштабах и направленности этих тенденций.

В настоящей работе представлены подходы к региональной оценке изменений минерализации питьевых подземных вод на примере территории Херсонской области Украины.

Территория исследования находится на юге Украины и имеет острый дефицит водных ресурсов. Для удовлетворения питьевых нужд населения важную роль играют подземные воды водоносного комплекса в отложениях верхнего миоцена, которые имеют повсеместное распространение. Но в условиях интенсивного техногенного освоения (строительство Каховского водохранилища, ирригация, водоотбор) качество подземных вод ухудшилось. Масштабное сокращение ресурсов питьевых подземных вод в основном происходит за счет увеличения их минерализации во времени.

Важной задачей при изучении загрязнения подземных вод является пространственно-временной анализ продвижения фронта некондиционных вод. Пространственный анализ развития засоления питьевых подземных вод Херсонской области был выполнен авторами для двух временных периодов (1960–1970 гг. и 2005 г.) с использованием геоинформационного и математико-статистического подходов. Для получения представительских результатов необходимо обеспечить максимально полный объем входной информации по опробованию исследуемого водоносного комплекса на каждый период времени. Исходя из кризисного состояния Государственной системы мониторинга подземных вод, выборки входных данных также включали средние значения минерализации на водозаборных скважинах. Это позволило значительно увеличить объем фактических данных и практически равномерно покрыть всю территорию области точками опробования.

Поскольку территория исследований охватывает значительную площадь с различными условиями формирования химического состава подземных вод, полученные выборки неоднородные, включают «выбросы» и не подлежат статистической обработке. Авторами предложено проводить региональную оценку изменений качества питьевых подземных вод исходя из бассейнового принципа управления водными ресурсами, рекомендованного Водной рамочной директивой Европейского Союза (2000/60/ЕС). Согласно бассейновому принципу, подземные воды зоны активного водообмена, к которой и принадлежат ресурсы питьевых вод, следует изучать в комплексе с поверхностными, так как они составляют единое целое.

Исходные выборки для двух временных периодов были разделены по принципу пространственной принадлежности скважин речному бассейну. Для этого использовалось функциональное гидрогеологическое районирование территории Украины по водообменному принципу (В.М. Шестопалов и др.). Согласно районированию, Херсонская область находится в пределах трех гидрогеологических провинций: Причерноморской, Приазовской и Днепровской. Последняя, в свою очередь, подразделяется на более мелкие таксономические единицы. При статистическом анализе данных была подтверждена гипотеза о логнормальном распределении ($p < 0,05$) минерализации в пределах всех гидрогеологических провинций. Среднее геометрическое выборок соответствует фоновому значению минерализации в пределах конкретной гидрогеологической провинции. Сравнение фоновых значений в разные периоды времени (рисунок) позволяет определить направленность и темпы изменения минерализации, выделить проблемные территории.

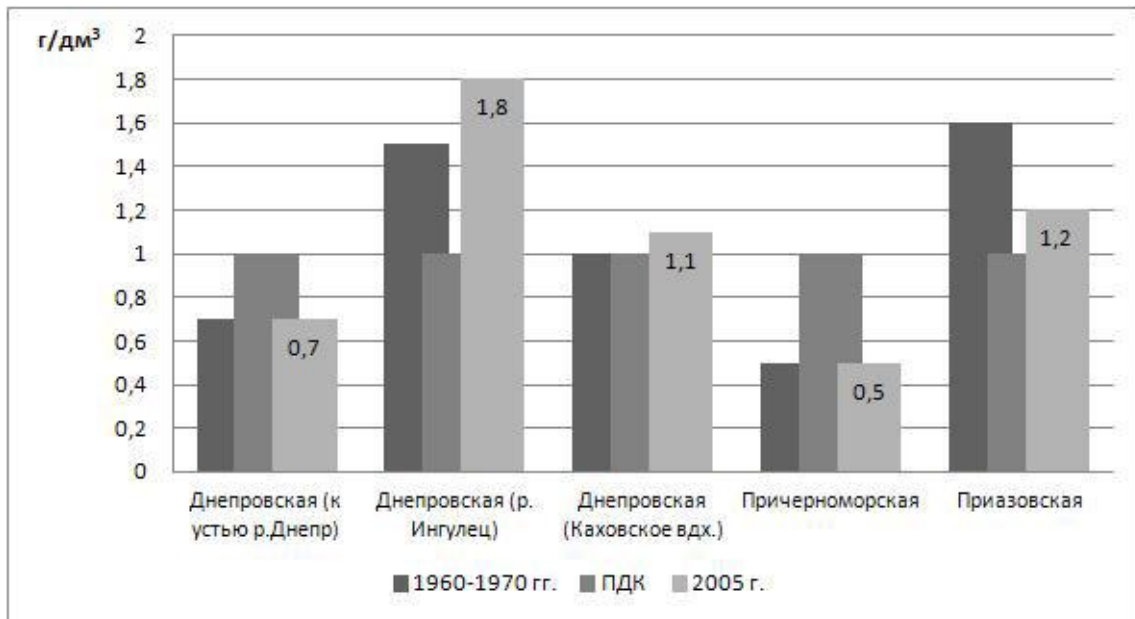


Рисунок – Фоновые значения минерализации питьевых подземных вод верхнемиоценового водоносного комплекса на территории гидрогеологических провинций Херсонской области

Последующим этапом обработки данных было математико-картографическое моделирование поля минерализации. При помощи методов аппроксимации современных геоинформационных систем получены картограммы распределения вод с различной минерализацией для каждой гидрогеологической провинции [1].

Таким образом, важной задачей региональной оценки изменений качества питьевых подземных вод является пространственно-временной анализ распространения и продвижения во времени некондиционных вод. Рекомендуется использовать геоинформационный и математико-статистический подходы, основываясь на районировании территории по бассейновому принципу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербак, О.В. Просторова оцінка засобами ГІС засолення підземних вод неогенового водоносного комплексу на території Херсонської області / О.В. Щербак // Геоінформатика. – 2012. – № 4 (44). – С. 73–76.

УДК 628.334.15

В.Н. ЯРОМСКИЙ¹, А.Н. ЛИЦКЕВИЧ², Л.И. ЧИРУК²

Беларусь, г. Брест, ¹БрГУ имени А.С. Пушкина, ²Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

E-mail: lab_ecotech@mail.ru

МОНИТОРИНГ ГРУНТОВЫХ ВОД ИЗ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН СВИНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В Республике Беларусь построено и эксплуатируется большое количество животноводческих комплексов, основанных на применении прогрессивных поточных технологий производства мяса. Развитие и совершенствование этих сельскохозяйственных предприятий должно осуществляться в оптимальном соотношении с природоохранными мероприятиями, обеспечивающими устойчивость биосферы на их территориях и прилегающих районах. Водные ресурсы могут подвергаться значительному загрязнению в районе расположения комплекса от сооружений по обработке навоза и от образовавшихся сточных вод, в особенности при орошении сельскохозяйственных угодий.

С целью контроля уровня загрязненности грунтовых вод в районе расположения комплексов создается режимная сеть наблюдательных скважин, которая называется локальным мониторингом, являющимся частью Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС).

Основной целью выполнения научно-исследовательской работы являлось исследование качественного состава грунтовых вод режимной сети наблюдательных скважин. Исследования проводились на сети режимных наблюдательных скважин свиноводческого комплекса РУСП СГЦ «Западный».

В настоящее время режимная сеть наблюдательных скважин представлена пятью скважинами глубиной от 5 до 17,5 м. Еще три скважины находятся в ремонте. Перед началом отбора проб воды для анализов проводилась интенсивная откачка воды из наблюдательных скважин.

Физико-химический состав грунтовых вод оценивался по следующим показателям: химическое потребление кислорода (ХПК), биологическое потребление кислорода (БПК₅), концентрации железа, нитратов, нитритов, азота аммонийного, сульфатов, хлоридов, сухой остаток, взвешенные вещества, перманганатная окисляемость, рН, цветность.

Анализ проб грунтовой воды проводился по указанному перечню показателей по стандартным методикам и в соответствии с нормативной и справочной литературой. Результаты каждого анализа выполнялись на основании трех повторностей. Результаты исследований качественного состава грунтовых вод из наблюдательных скважин режимной сети представлен в таблице.

Таблица – Показатели качества грунтовых вод

№	Наименование показателя	Ед. измер	Номер наблюдательных скважин				
			1	2	3	4	5
			Значение показателя				
1.	БПК ₅	мг/дм ³	8,75	11,01	28,67	13,13	3,28
2.	ХПК	мг/дм ³	29,18	36,76	95,57	43,78	10,94
3.	рН	мг/дм ³	7,97	7,64	6,22	7,3	7,3
4.	Цветность	град	20	25	21	15	15
5.	Железо общее	мг/дм ³	0,9	0,01	2,37	0,02	0,22
6.	Нитраты	мг/дм ³	0,67	3,29	15,73	0,89	0,63
7.	Нитриты	мг/дм ³	0,0008	0,172	0,052	0,010	0,0007
8.	Хлориды	мг/дм ³	24,57	18,95	50,21	7,72	6,67
9.	Сульфаты	мг/дм ³	47,0	16,2	32,3	90,0	36,0
10.	Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	5,38	10,94	15,51	5,28	2,02
11.	Взвешенные вещества	мг/дм ³	0,68	0,89	1,58	2,10	0,81
12.	Сухой остаток	мг/дм ³	340	180	105	410	780
13.	Аммиак и ионы аммония	мг/дм ³	0,17	0,39	0,25	0,19	0,06

Анализ данных о физико-химическом составе грунтовых вод из наблюдательных скважин показывает, что имеет место незначительное их загрязнение. БПК₅ грунтовых вод изменяется от 3,23 до 13,13 мг/дм³, а в скважине № 3 БПК₅ равно 28,67 мг/дм³. Основная роль в загрязнении грунтовых вод принадлежит азоту в нитратной форме. Азот находится в животноводческих отходах в виде различных органических соединений и аммиака. На поверхности почвенного покрова при орошении стоками аммонийный азот в результате процесса нитрификации переходит в нитраты, а затем окисляется до нитритов. В грунтовых водах также имеет место повышенное содержание по ХПК.

На основании выполненных исследований можно сделать следующий вывод. В грунтовых водах режимных наблюдательных скважин свиноводческого комплекса содержится повышенное количество органических веществ и соединений азота. С целью предотвращения дальнейшего загрязнения грунтовых вод необходимо повысить качество очистки сточных вод свиноводческого комплекса, которые используются для орошения земельных угодий.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И КЛИМАТА

УДК 551.583.582

Ю.А. БРОВКА

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: brovka.yuliya@mail.ru

ОЦЕНКА ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПЕРИОД С 1960 ПО 2011 Г.

Мониторинг и исследование экстремальности погодно-климатических условий крайне актуальны для климатозависимых отраслей экономики.

Для территории Беларуси нами выполнен детальный анализ засушливых явлений, влажных и/или холодных вегетационных периодов за 52 года (1960–2011 гг.) [1].

В качестве исходных проанализированы данные наблюдений за среднемесячной температурой воздуха и количеством осадков в мае – сентябре на 48 метеостанциях Беларуси.

Засухи. По площади распространения, продолжительности и гидротермическому коэффициенту выявлены наиболее крупные засухи на территории Беларуси с 1960 по 2011 г.: в 1979, 1992, 1994, 1999, 2002 и 2010 г. В эти годы отмечались как засушливые условия ($ГТК = 0,41–0,8$), так и сверхзасушливые условия ($ГТК < 0,4$) (1994 г.).

Рассмотрим осредненные погодно-климатические условия вегетационных периодов в годы с продолжительными засухами с мая по август – начало сентября и в годы с засухами во второй половине лета (июль – август). Для сгруппированных лет полной аналогии в пространственно-временных изменениях температуры и осадков в вегетационный период нет.

Весенне-летние засухи (1999, 2002 г.). Отклонение среднемесячной температуры в годы с весенне-летними засухами оказались наиболее существенными в июле (3,0–4,0 °С), хотя и в другие летние месяцы (особенно в центральной и западной частях страны) положительные отклонения температуры оставались высокими. В мае абсолютные величины отклонений температуры оказались меньше среднего квадратического отклонения (σ).

Отрицательные отклонения количества осадков были особенно существенными в июле – сентябре в северной и центральной частях страны (менее 50 % от нормы). Площадь территории страны с гидротермическим коэффициентом менее 0,8 в июне – сентябре превысила 50 %. Засушливость оказалась высокой в северной части страны в большинстве месяцев теплого периода года (май, июль,

август, сентябрь). В сентябре площадь, где ГТК был менее 0,8, заняла практически всю западную и центральную части страны.

Летние засухи (1992, 1994, 2010 г.). Для указанных засух наблюдались значительные положительные аномалии температуры в июле и августе (до 3,0–3,5 °С), наибольшие – в августе в юго-восточной части страны. В остальные месяцы аномалии температуры не превышали σ , составляя на большей части территории от 0,5 до 1,5 °С.

Количество осадков оставалось высоким в мае и сентябре (до 150 % от нормы) и избыточным на западе Беларуси в сентябре (более 150 %). Наиболее засушливым был июль. В июне и августе на территории Беларуси преобладало количество осадков 50–100 % от нормы, в июле – 50 % и менее. Гидротермический коэффициент в июле был менее 0,8 (засушливые условия) на большей части территории Беларуси. В августе засушливость сохранилась только на юго-востоке страны.

В вегетационные периоды с засухами большая часть территории Беларуси находилась в условиях Южной агроклиматической области, выделенной А.Х. Шкляром, а на юге страны сформировались аналогичные северо-западу Украины климатические условия (рисунок).

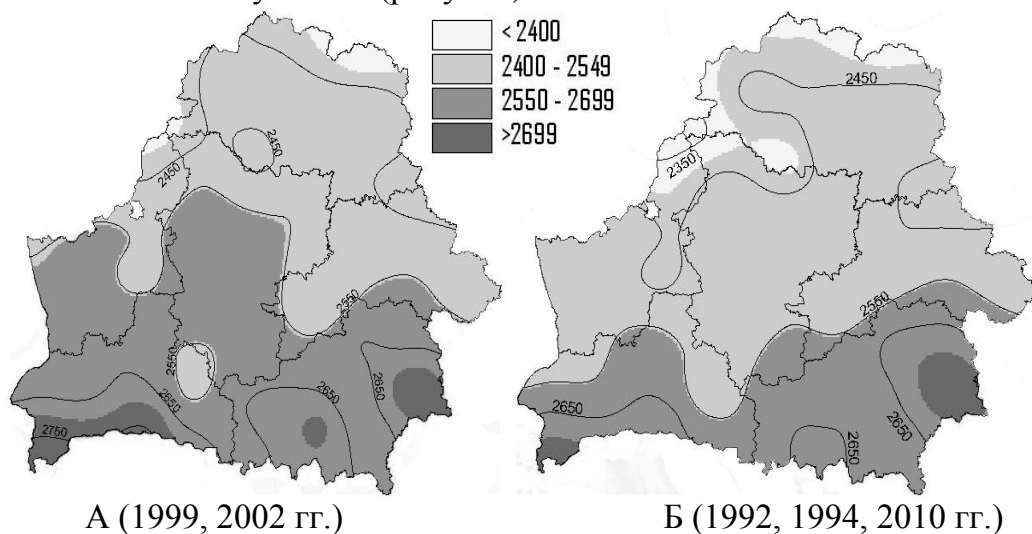


Рисунок – Суммы температур воздуха (°С) в период со среднесуточной температурой воздуха выше 10° С в годы с весенне-летними (А) и летними (Б) засухами

Дополнительные тепловые ресурсы летом во время длительных весенне-летних засух превысили 200 °С, а во второй части лета (июль – август) в засушливые годы – 150 °С на значительной части территории страны.

Влажные и/или прохладные вегетационные сезоны. В основу их определения взята низкая температура воздуха в мае – сентябре и значительное количество осадков в нескольких месяцах указанного периода. За 52-летний период (с 1960 по 2011 гг.) к прохладным и влажным годам отнесены следующие: 1962, 1965, 1974, 1977, 1978, 1980, 1984 и 1987 гг. [1].

Если рассматривать условия увлажнения и температуры в летние месяцы, то они были аналогичны в 1962, 1977 и 1980 гг. Для этих лет отмечаются низкие температуры и переувлажнение в июле и августе. Высокая степень аналогичности условий в летний период отмечается в 1978 и 1984 гг. В эти годы температура воздуха и количество осадков были ниже нормы или иногда близки к ней.

Рассмотрены осредненные погодно-климатических условия вегетационных периодов в выделенные годы-аналоги.

Холодные вегетационные периоды с сухим летним сезоном (1978, 1984 г.). Холодный период в указанные годы охватывает практически все месяцы, но наиболее холодными были июнь и июль (отрицательные аномалии температур доходили до 2,0–2,5 °С). Отрицательные отклонения количества осадков характерны для всех летних месяцев, особенно для августа (локально менее 50 % от нормы). В конце весны и начале осени увлажнение превышало норму более чем на 150 %. Гидротермический коэффициент был около нормы (0,81–0,20) или выше нормы (до 1,60 и более) на большей части территории страны в месяцы теплого периода.

Холодные и влажные вегетационные периоды (1962, 1977, 1980 г.). Отрицательные аномалии температуры отмечались во все рассмотренные месяцы. Наиболее холодными были май, июль (аномалии температуры до 2,0–2,5 °С). Самыми влажными были июль и август (количество осадков до 150 % от нормы и более). Сухое начало лета и осени наблюдалось на значительной части территории страны (50–100 % от нормы). Гидротермический коэффициент, как правило, превышал норму. Сверхвлажные условия ($ГТК > 1,6$) наблюдались в июле и августе на всей территории страны.

Суммы активных температур выше 10 °С в прохладные и/или влажные вегетационные периоды составили около 2000–2300 °С. Большая часть территории Беларуси, за исключением юга, находилась в условиях Северной агроклиматической области. Термические ресурсы в период вегетации были ниже нормы на 160–220 °С в большинстве районов страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В.Ф. Экстремальные климатические явления: пространственно-временные закономерности их изменений и предпосылки прогнозирования / В.Ф. Логинов, Ю.А. Бровка. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2012. – 82 с.

УДК 551.5(476)

А.А. ВОЛЧЕК¹, В.Е. ВАЛУЕВ¹, О.П. МЕШИК¹, И.Н. ШПОКА²

Беларусь, г. Брест, ¹БрГТУ, ²БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: irinashpoka@rambler.ru

СИЛЬНЫЕ ВЕТРЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Введение. На территории Беларуси ежегодно отмечаются опасные метеорологические явления (ОМЯ), которые наносят значительный экономический и моральный ущерб. Для смягчения негативных последствий необходим анализ складывающейся синоптической ситуации с целью предупреждения о надвигающемся ОМЯ, увеличения заблаговременности его прогнозирования и т.д.

Целью настоящей работы является анализ шквалов, ураганов, смерчей на территории Республики Беларусь.

Исходные данные и методы исследования. Основными исходными материалами при исследовании ОМЯ послужили данные метеорологических ежемесячников климатического кадастра Республиканского гидрометеорологического центра (РГМЦ) и статистические материалы сборника «Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси».

Статистическая структура временных рядов оценивалась с помощью стандартных математических методов, пространственные особенности – с помощью картирования.

Обсуждение вопроса. С середины 80-х годов прошлого столетия на территории Беларуси наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха. Это приводит к тому, что в летний период стали проявляться черты тропического климата, а зима стала приходиться во второй половине декабря и заканчивается раньше на 2–3 недели. Таким образом, изменение климата может привести к росту ОМЯ, которые не характерны для территории Беларуси.

В Беларуси наблюдаются шквалы – резкое кратковременное усиление ветра до 20–30 м/с и выше, сопровождающееся изменением его направления, связанное с конвективными процессами [1]. Шквалы наблюдаются преимущественно в теплое время года с апреля по август, на юге республики шквалы могут наблюдаться с марта по сентябрь. Наиболее благоприятной синоптической ситуацией для возникновения шквалов являются медленно движущиеся летние холодные фронты, ориентированные чаще всего с юго-запада на северо-восток или в субмеридиональном направлении.

Выделяются несколько районов интенсивной шквалистой деятельности: северо-восточный район; западная и центральная части севера Беларуси. Активная шквалистая деятельность отмечается в Предполесском регионе по линии Волковыск – Слуцк – Бобруйск. Так, 11.05.2007 г. по юго-западу Беларуси отмечалось усиление ветра порывами до 15–21 м/с, местами до 28 м/с. В результате сильного ветра пострадало 225 населенных пункта. Пострадало 2 человека в Дятловском и Щучинском р-нах. От грозового разряда погиб ребенок 14 лет в д. Турья Щучин-

ского района. Обесточено 155 населенных пункта, 186 трансформаторных подстанций, 1 дошкольное учреждение, 12 сельхоззданий, 2 производственных помещения. Повреждено (кровля) 66 жилых дома, 170 сельхоззданий, 91 ферма, 2 объекта соцкультбыта, 18 ЛЭП, 35 га лесонасаждений [2].

В Беларуси отмечаются ураганы. Ураган – ветер разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого превышает 32 м/с [1]. Как отмечают белорусские ученые, ураганы становятся все более частым явлением на территории Беларуси, объясняют это потеплением за полярным кругом. В результате уменьшения градиента температур между экватором и полюсом формируется антициклон, который препятствует прохождению влажных воздушных масс на территорию республики. И, как следствие, в Беларуси наблюдаются сильные морозы зимой, а засухи – летом. Таким образом, жара приводит к тому, что усиливается испарение влаги и ее последующая конденсация. А при конденсации влаги выделяется дополнительная энергия, которая придает ускорение ветру до силы урагана.

Один из разрушительных ураганов прошел в Минской области 27 мая 2013 г., причиной которого явились неустойчивые воздушные массы, поступающие с территории Украины [3]. В результате было обесточено 168 населенных пунктов, отмечались случаи обрушения деревьев, сорвало шифер с крыш 8 домов в Несвижском районе.

В республике отмечаются случаи прохождения смерчей. Смерч – сильный маломасштабный атмосферный вихрь диаметром до 10 000 м, в котором воздух вращается со скоростью до 100 м/с, обладающий большой разрушительной силой [1]. Смерчи в Беларуси происходят на небольшой территории с мая по сентябрь. В мае и июне смерчи чаще проходят по Брестской области (67 и 33 % от общего числа с явлением соответственно), реже в Витебской и Гомельской областях (9 % соответственно). В июле, когда лучше прогревается воздух и подстилающая поверхность в центральной и северной части Беларуси, смерчи чаще отмечаются в Могилевской области (50 %), в Брестской и Гродненской областях – не наблюдается. Это связано с тем, что для формирования смерча в воздушных массах необходим резкий контраст температуры, влажности, плотности и параметров воздушных потоков. Прохладный и сухой воздух с запада или северо-запада надвигается на теплый и влажный воздух, который находится в приземном слое. Это сопровождается сильными ветрами в узкой переходной зоне, где происходят сложные преобразования энергии, которые могут вызвать формирование вихря. В августе чаще разрушительные смерчи отмечаются в Витебской области (46 %), в сентябре – 75 % по территории Гродненской области.

Так, в Буда-Кошелевском и Чечерском районах в 2009 г. прошли смерчи, при которых скорость ветра превысила 25 м/с. В июле – августе 2010 г. ветер ураганной силы ломал массивы столетних сосен, как свечки. От урагана пострадало более 2,5 тыс. га леса [4]. Смерч наблюдался на окраине Барановичей 27 мая 2013 г. В результате этого у десятка домов были снесены крыши, с одной из пристроек сорвана стена, разбиты бетонные заборы и теплицы [5].

Таким образом, постепенное повышение температуры, которое в Беларуси наблюдается с 1988 г., может привести к увеличению повторяемости нехарактерных для республики явлений, таких как смерчи и ураганы.

Избежать катастрофических последствий можно при своевременном прогнозе чрезвычайной ситуации, эффективных действий властей всех уровней по ее предотвращению и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений в процессе. Общие требования ; СТБ 1406–2003 (ГОСТ Р 22.1.07–99, MOD). – Введ. 01.01.04. – Минск : Госстандарт ; Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 19 с.
2. Сильный ветер 11.05.2007 // Отчет о сильном ветре 11 мая 2007 года [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=13>. – Дата доступа : 24.04.2013.
3. Ураган пришел в Минскую область [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://news.tut.by/society/350397.html>. – Дата доступа : 27.05.2013.
4. Минприроды: с глобальным потеплением в Беларуси станет больше ураганов [Электронный ресурс]. – Минск, 2011. – Режим доступа : <http://n1.by/news/2011/03/23/81978.html>. – Дата доступа : 15.03.2013.
5. Ураган в Барановичах в коттеджном поселке [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://news.tut.by/society/350638.html>. – Дата доступа: 29.05.2013.

УДК 502.175 (476.2)

Е.И. ГАЛАЙ

Беларусь, г. Минск, БГУ

ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ – ОБЪЕКТ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА НА РУП «МТЗ»

Одним из крупных источников загрязнения атмосферы столицы Беларуси является РУП «Минский тракторный завод». На территории предприятия находится 40 основных цехов различной специализации.

На предприятии функционирует лаборатория охраны окружающей среды, оснащенная современным оборудованием. Лаборатория аккредитована по всем направлениям исследований в области охраны окружающей среды: определение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и воздухе промышленных выбросов (по 21 загрязняющему веществу), сточных водах (по 19 загрязняющим веществам), поверхностных и подземных водах (по 42 загрязняющим веществам), в почвах (по 8 загрязняющим веществам). Наличие такой лаборатории позволяет вести постоянный мониторинг окружающей среды по всем основным направлениям. Перечень контролируемых веществ, нормативы допустимых выбросов и периодичности наблюдений определяется органами Министерства при-

родных ресурсов и охраны окружающей среды РБ для каждого конкретного источника на предприятии с учетом специфики производства и предполагаемого уровня вредного воздействия на атмосферный воздух [1].

По данным лаборатории охраны окружающей среды РУП «МТЗ», в атмосферу предприятием выбрасывается около 90 загрязняющих веществ, соответствующим всем классам опасности. К основным загрязняющим веществам относятся окись углерода (более половины от общего количества выбросов в 2011 г.), пыль неорганическая (13,6 %). Предприятия выбрасывают значительное количество специфических веществ: ксилола, углеводов предельных, спирта бутилового, толуола. Нами определены за 5 лет статистические характеристики валовых выбросов оксида углерода, пыли, ксилола, углеводов, толуола, спирта бутилового и др.: размах, среднее квадратичное отклонение, дисперсия, индекс Херста. Наибольшая амплитуда колебаний выбрасываемых веществ – у углекислого газа (40,0 т), наименьшая – у толуола (1,1 т). Более высокие значения показателя Херста для окиси углерода, ксилола, углеводов свидетельствуют о тенденции увеличения их в будущем.

Основными источниками поступления загрязняющих веществ в воздух являются внутризаводское энергетическое производство, литейное, сварочное, гальваническое производства РУП «Минский тракторный завод». Например, стержневые отделения литейных цехов, работающие по технологии тепловой сушки, вносят основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха фенолом и формальдегидом. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу не превышали предельно допустимые выбросы.

Для уменьшения антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду осуществляется работа по замене устаревших технологических процессов на новые, отвечающие современным технологическим требованиям. За последние пять лет выполнены следующие мероприятия: на основных источниках выбросов, таких как вагранки (установки для плавки чугуна), электродуговые печи, выбивные решетки, дробеструйные камеры и др., смонтированы современные установки очистки газа с эффективностью работы 80–90 %.

На предприятии внедрены две индукционные плавильные печи вместо трех вагранок в литейном цехе № 2, что позволило уменьшить выбросы загрязняющих веществ на 1097 тонн в год. Смонтирован и введен в действие скруббер (пылегазоочистное устройство) для нейтрализации выделений от стержневых автоматов в литейном цехе № 1. Произведена модернизация нескольких аспирационных установок от комплекса дробеметных машин в термическом цехе (экологический эффект – уменьшение выбросов загрязняющих веществ по пыли неорганической на 7,9 тонны в год) [1].

Всего на РУП «МТЗ» эксплуатируется 278 различных пылегазоочистных устройств, что позволяет улавливать порядка 80 % всех вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды юридическими лицами, осуществляющими эксплуатацию источников вредного воздействия на окружающую среду: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 01 февраля 2007 г. № 9 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2007. – № 148. – С. 120–137.

УДК 551.5(476)

О.И. ГРЯДУНОВА, Т.П. ХАРИТОНИК

Беларусь, г. Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

E-mail: gryadunova@mail.ru

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

При изучении процессов изменения климата необходимо оценивать, какое влияние эти процессы оказывают на различные отрасли экономики и сферы жизни населения. Изменение климата влечет за собой как положительные, так и отрицательные последствия, и их необходимо учитывать и принимать меры по адаптации к этим изменениям.

Целью исследования является оценка пространственно-временных изменений среднегодовых и среднемесячных температур воздуха на территории Брестской области.

В работе использованы данные за 1990–2012 гг. по 8 метеостанциям Брестской области Брестского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

По данным Департамента гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, на территории Беларуси наблюдается рост среднегодовых температур воздуха. В среднем за период с 1990 по 2012 г. температура воздуха была выше нормы на 1,1 °С. За исследуемый период отмечаются положительные аномалии на всех метеостанциях области за исключением 1993 г. на метеостанциях Пружаны и Полесская и 1996 г. (рисунок 1). Самыми теплыми оказались 2000 и 2008 гг., среднегодовая температура воздуха превысила норму почти на 2,0 °С на всех станциях области. В 1990 и 2007 гг. температура превысила норму на 1,8 °С. Самым холодным годом стал 1996, когда среднегодовая температура воздуха по территории Брестской области была на 0,4 °С ниже нормы.

В изменении температуры воздуха на территории Брестской области наметилась тенденция к ее повышению не только в холодное время, но и во вторую половину лета.

Изменения среднемесячных температур воздуха внутри года представлены на рисунке 2 для метеостанции Брест. Наибольшее повышение температуры отмечается с января по апрель. Максимальная положительная аномалия отмечена в январе (около 2,5 °С), а в последующие месяцы медленно уменьшалась и состави-

ла в апреле $+1,8^{\circ}\text{C}$. Из летних месяцев наиболее теплыми оказались июль и август $+1,4^{\circ}\text{C}$, особенно ярко повышение температуры летом проявилось в последнее десятилетие. В мае, октябре – декабре температура за исследуемый период повысилась на $0,6\text{--}0,8^{\circ}\text{C}$, и только в сентябре отклонение температуры не превышает $0,3^{\circ}\text{C}$ по сравнению со средними многолетними значениями.

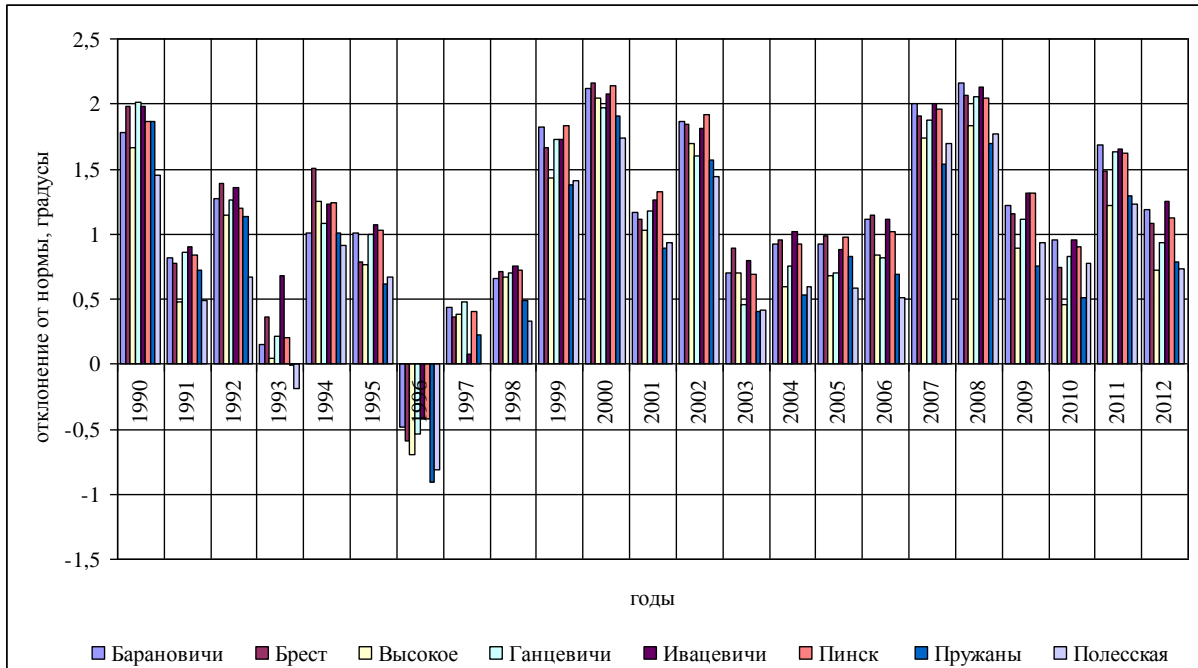


Рисунок 1 – Отклонение среднегодовой температуры воздуха от нормы по станциям Брестской области, $^{\circ}\text{C}$

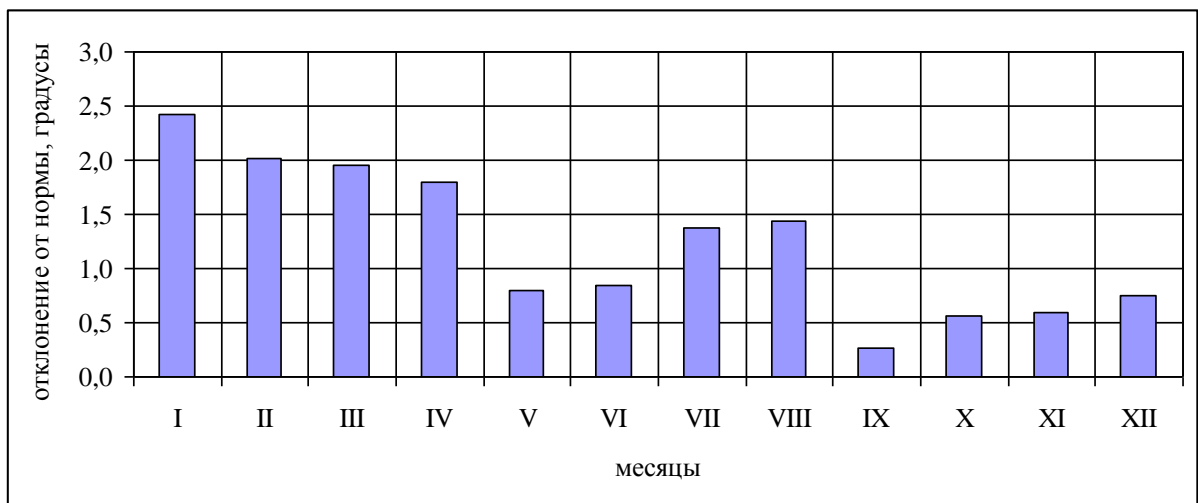


Рисунок 2 – Отклонение среднемесячной температуры воздуха от нормы по станции Брест за 1990–2012 гг.

Из рисунка 3 видно, что наибольшее потепление характерно для центральной части Брестской области.

Потепление 1990–2012 гг. может привести к изменению сроков отопительного периода. Продолжительные аномалии первых весенних месяцев приводят к

более раннему сходу снежного покрова и переходу температуры воздуха через 0°C в сторону повышения. В среднем за рассматриваемый период этот переход приходится на 13 дней раньше средних многолетних значений в Брестской области – в начале марта. Отрицательные аномалии мая повысили опасность поздних весенних заморозков, которые происходят на фоне активно вегетирующих растений, что наносит значительный ущерб сельскохозяйственному производству.

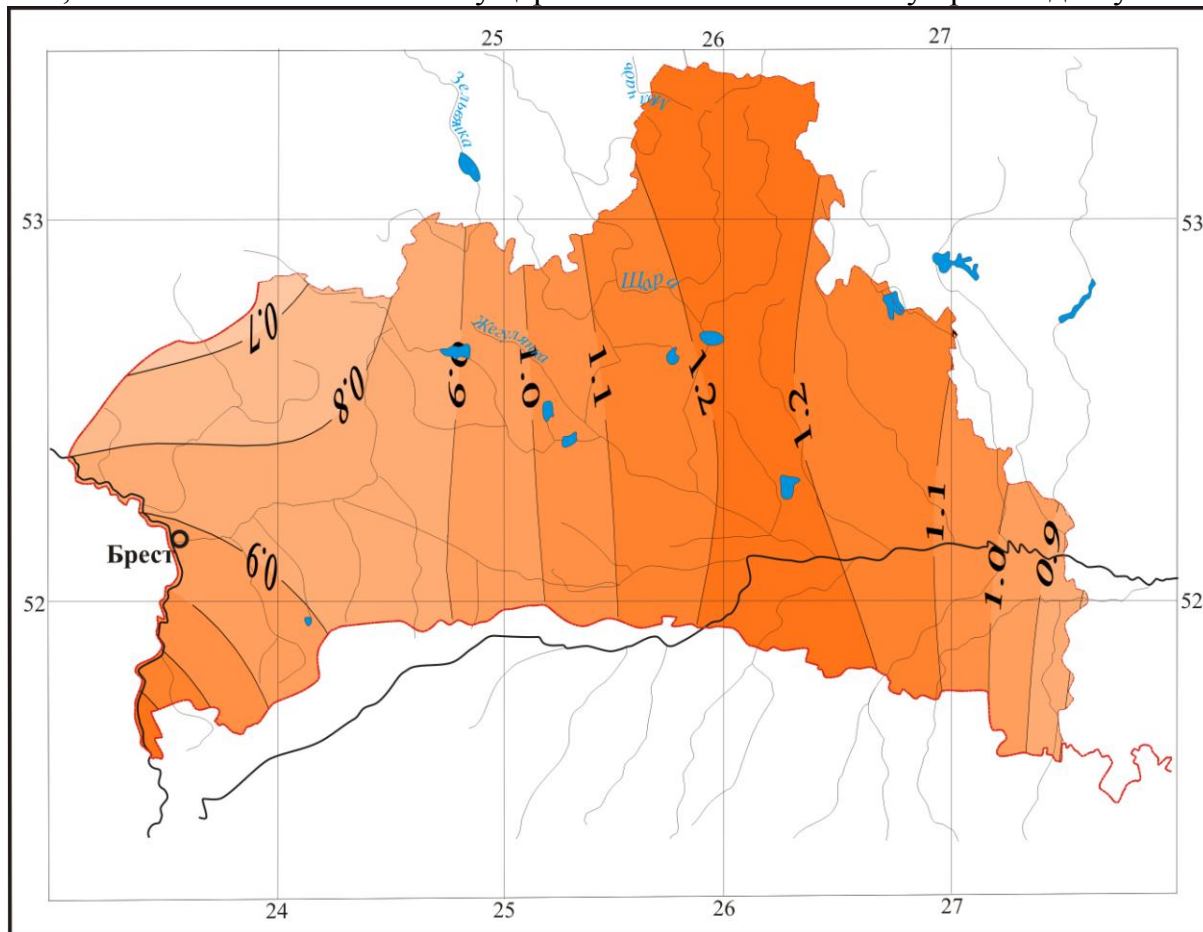


Рисунок 3 – Отклонение среднегодовой температуры воздуха от нормы по станциям Брестской области, °C

УДК 550.7+551.4 (476)

И.И. КИРВЕЛЬ¹, М.С. КУКШИНОВ², А.В. СИЛЮК³

¹Польша, г. Слупск, Поморская академия; ²Беларусь, г. Минск, Минское городское управление МЧС; ³ БГПУ имени М. Танка
E-mail: kirviel@yandex.ru, mikuk@yandex.ru, sily-andrej@yandex.ru

ЛАНДШАФТНАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПРОЯВЛЕНИЕМ СИЛЬНОГО ВЕТРА

Наметившиеся в конце XX века изменения климата значительно увеличили риски природных катастроф и вызываемых ими широкомасштабных техногенных катаклизмов, что представляет огромную угрозу для человечества. В 2011 г. ущерб от чрезвычайных ситуаций природного характера в мире достиг своих рекордных размеров, составив 366 млрд долларов [1]. При этом от 302 зарегистрированных в 2011 г. стихийных бедствий в общей сложности пострадало более 206 млн человек. Соответствующая проблема актуальна и для территории Республики Беларусь. По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям, в 2012 году на территории Беларуси зарегистрировано 10 чрезвычайных ситуаций природного характера, в результате чего экономике страны нанесен ущерб более 12 млрд белорусских рублей [2]. Возникновение 5 чрезвычайных ситуаций было связано с сильным ветром. Вследствие высокой доли стохастической составляющей в формировании опасных метеорологических явлений, снижение возможных потерь тесно связано с необходимостью выявления пространственно-временных закономерностей их возникновения, совершенствования методов мониторинга и прогнозирования. Данное научное направление входит в число приоритетных фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг., что определяет актуальность проводимых исследований [3].

Исходными данными для анализа ландшафтной приуроченности возникновения опасного метеорологического явления «сильный ветер» послужили материалы Республиканского гидрометеорологического центра Республики Беларусь по 50 метеостанциям за весь период наблюдений. Анализ фондовых данных выявил, что повторяемость сильного ветра изменяются от 0 до 54 % (повторяемость рассчитывалась как отношение лет, когда наблюдалось явление, к числу лет обобщения). При этом пункты с высокими и низкими показателями повторяемости нередко находятся на незначительном расстоянии, что свидетельствует о влиянии деятельного слоя земли на воздушные потоки, в первую очередь рельефа и растительности. В результате динамического воздействия рельефа на ветер происходит его усиление в местах сближения линий тока и ослабление в местах их расхождения. В региональном плане метеостанции, фиксирующие высокую повторяемость сильного ветра, тяготеют к речным долинам. При ветрах, параллельных долине, усиление скорости ветра по сравнению с открытыми равнин-

ными участками может достигать 25 % [4]. Дополнительным условием, влияющим на движение приземных слоев атмосферы, является лесная растительность. Лесозащитные полосы уменьшают скорость ветра на 17–47 % в сравнении с открытым пространством [5]. Принимая во внимание указанные выше факторы, нами выделены и рассмотрены характерные участки с низкой (до 20), средней (20–39) и высокой (40 и выше) повторяемостью сильного ветра, с указанием конкретных цифровых значений (таблица).

Проведенный анализ показал, что территории с низкими значениями повторяемости характеризуются высокими коэффициентами лесистости (более 0,7) и плоским, с незначительными превышениями (10–15 м), рельефом. Так, на метеостанции д. Домжерицы, со всех сторон окруженной лесным массивом, повторяемость сильного ветра равна нулю. Метеостанции с высокой повторяемостью сильного ветра выделяются практически полным отсутствием лесных массивов (коэффициент лесистости менее 0,2) и наличием крупной, относительно прямолинейной речной долины. Пункты со средней повторяемостью характеризуются различным сочетанием данных показателей, находящихся в пределах средних значений. Можно заключить, что деятельный слой земли оказывает на воздушный поток существенное влияние, изменяя его скорость и направление. Наиболее часто (раз в два года) сильный ветер фиксируется на метеостанции г. Славгород, что связано со сходимостью двух крупных речных долин – Прони и Сожа. Данная геоморфологическая специфика способствует каналированию ветровых потоков. При ветрах, параллельных долине, сходимости линий тока воздуха возникает в районе города. Лесная растительность является дополнительным условием, влияющим на формирование местного ветрового коридора. Контуры лесных массивов в значительной степени совпадают с очертаниями долины, усиливая влияние рельефа.

Таблица – Ландшафтные условия территории вблизи метеостанций

Метеостанция	Повторяемость, %	Коэффициент лесистости*	Наличие выраженной речной или озерной долины и ее ширина (км)	Превышения, м
Домжерицы	0	1	нет	10
Нарочь	0	0,75	нет	10–15
Лынтупы	3	0,875	нет	10–15
Березино	20	0,25	есть (1,5)	10–20
Ганцевичи	23	0,25	есть (0,5)	10–15
Радощковичи	24	0,375	есть (0,9)	30–50
Докшицы	40	0,125	есть (1)	30–40
Чечерск	40	0	есть(5)	20–50
Славгород	54	0	есть (5)	30–40

Примечание: * – коэффициент лесистости показывает то, какую часть условной окружности в радиусе 0,5–2 км от метеостанции занимают крупные лесные массивы способные влиять на скорость ветра. Окружность разделена на 8 секторов, при этом одному сектору соответствует коэффициент 0,125.

Таким образом, выявление территорий с повышенным риском возникновения сильного ветра позволяет наметить ряд профилактических мероприятий,

которые будут направлены на минимизацию возможных экономических потерь и предотвращение гибели людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 2012: эра катастроф: Эксклюзивное интервью известного ученого-геофизика, профессора Эльчина Халилова – председателя Международного Комитета по глобальным изменениям геологической и окружающей среды GEOCHANGE (Мюнхен, Германия), президента Глобальной сети прогнозирования землетрясений (GNFE, Лондон, Великобритания) // Журнал «Геополитика» [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.geopolitika.ucoz.ru/news/geoprognostika/2012-02-26-538>. – Дата доступа: 28.05.2013.
2. Сведения о чрезвычайных ситуациях в Республике Беларусь по данным учета МЧС // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.rescue01.gov.by/>. – Дата доступа: 26.05.2013.
3. Об утверждении перечня приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований республики Беларусь на 2011–2015 гг.: Постановление Совета министров Республики Беларусь 19 апреля 2010 г. № 585.
4. Песков, П.И. Микроклимат пойм рек (На примере рек Европ. территории Союза) : автореферат дис. ... канд. геогр. наук / Глав. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова. – Л., 1967. – 28 с.
5. Костюкевич, Н.И. Введение в лесную метеорологию / Н.И. Костюкевич; под ред. Л.П. Смоляка. – Минск : Выш. шк., 1969.

УДК 504.054(476)

Ю.Г. КОКОШ

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: y-ashurko@yandex.ru

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

Среди множества вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе городов, одно из важных мест занимает формальдегид. Уровень содержания формальдегида в атмосферном воздухе зависит от наличия источников и метеорологических условий [2]. Фоновое содержание формальдегида в атмосфере составляет обычно от значений ниже чувствительности метода до 5 мкг/м^3 , в сельской местности – от 2 до 8 мкг/м^3 . В крупных городах разовые концентрации могут достигать 800 мкг/м^3 [3]. Многообразие источников поступления формальдегида в атмосферный воздух, его реакционная способность обуславливают сложность динамики содержания данного соединения в атмосферном воздухе городов.

Целью исследования является анализ динамики и выявление особенностей содержания формальдегида в атмосферном воздухе городов Беларуси. В качестве исходных данных взяты результаты мониторинга воздушной среды городов Беларуси в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС).

На территории Беларуси регулярные наблюдения за содержанием формальдегида в атмосферном воздухе осуществляются в рамках НСМОС. Постоянные наблюдения начали проводить в 1991 г. в 8 городах. В 2010 г. исследования проводились уже на 52 стационарных станциях, расположенных в 16 городах Беларуси.

Наибольшее количество станций мониторинга содержания формальдегида находится в Минске (9 станций); в Могилеве и Гомеле насчитывается по 5, в Бресте, Витебске и Гродно – по 4 станции.

Наибольшее количество станций в городах Беларуси размещено в зоне влияния нескольких источников (смешанный тип). Согласно проведенному анализу, к ним относятся 37 % станций, 25 % относятся к транспортным, 15 % – к промышленным и 23 % – к жилым. Исследование показало, что наиболее высокое содержание формальдегида в атмосферном воздухе характерно для станций смешанного типа.

Общее среднее содержание формальдегида в атмосферном воздухе городов в период с 1991 по 2010 г. колебалось в пределах от 6,1 до 9,6 мкг/м³; выявлена цикличность колебаний с периодом в 5–10 лет. В последние годы (2008–2010 гг.) среднее содержание формальдегида в атмосферном воздухе составляет около 8 мкг/м³.

При сопоставлении значений средних концентраций формальдегида в 2010 г. по сравнению с 1991 г. отмечен их рост в четырех городах (Брест, Витебск, Минск, Орша), снижение – в трех (Бобруйск, Гомель, Полоцк); по сравнению с 2000 г. произошло увеличение среднего содержания формальдегида к 2010 г. в 11 городах и снижение – в 5 городах Беларуси.

В зависимости от характера изменений среднегодового содержания формальдегида в атмосферном воздухе за период с 1990 по 2010 г. города Беларуси условно разделены на три группы. К первой группе отнесены Брест, Минск, Орша, Пинск. За анализируемый период в городах произошло увеличение среднегодовых концентраций формальдегида на 30–96 %. Ко второй группе отнесены Полоцк, Новополоцк, Мозырь и Гродно. За рассмотренный период снижение среднегодовых концентраций формальдегида в этих городах составило 25–99 %. К третьей группе отнесены города, которые не имеют выраженного тренда среднегодового содержания формальдегида (Гомель, Речица, Светлогорск, Бобруйск, Могилев, Витебск).

Проведено исследование сезонных изменений содержания формальдегида в Беларуси. Общеизвестно, что концентрация формальдегида возрастает летом при повышении температуры воздуха и усилении воздействия солнечной радиации [1]. В городах Беларуси за период наблюдений (1991–2010 гг.) наибольшие средние концентрации формальдегида были характерны для летних месяцев

(9,9 мкг/м³), наименьшие – для зимних (6,8 мкг/м³). Весной и осенью средние концентрации формальдегида были приблизительно одинаковые (7,8 и 8,0 мкг/м³ соответственно).

Наиболее выраженная сезонная (внутригодовая) динамика содержания формальдегида в атмосферном воздухе за период с 1991 по 2010 г. выявлена в Светлогорске (содержание формальдегида в летние месяцы в 1,6 раза больше среднего годового значения), Гродно, Минске, Могилеве и Новополоцке (в 1,3 раза). Наименьшую выраженность внутригодовой динамики имеют Брест, Пинск и Мозырь. Выравненность годового хода свидетельствует о преобладании вклада первичного поступления формальдегида над фотохимическим образованием.

Анализ зависимости концентрации формальдегида от температуры атмосферного воздуха для городов Беларуси, в которых проводятся стационарные наблюдения, показал, что связь концентрации формальдегида с температурой для большинства городов Беларуси довольно тесная, коэффициент корреляции колеблется в пределах 0,4–0,7 и только в отдельных городах (Брест, Пинск, Мозырь) меньше 0,4.

В целом проведенное исследование распределения средних концентраций формальдегида в зависимости от местоположения стационарных станций в городах Беларуси показало, что наиболее высокое его содержание характерно для станций смешанного типа, характеризующих, как правило, промышленную и транспортную зоны.

Выделено три типа многолетней динамики содержания формальдегида в атмосферном воздухе городов Беларуси в зависимости от характера изменений среднегодового содержания: преимущественно восходящий, преимущественно нисходящий и без выраженного тренда.

Описана внутригодовая динамика содержания формальдегида в атмосферном воздухе городов и установлена зависимость содержания формальдегида от температуры атмосферного воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая, Э.Ю. Исследование химических процессов в атмосфере по данным мониторинга в городах / Э.Ю. Безуглая, И.А. Воробьева, М.В. Полуэктова // Труды ГГО им. А. И. Воейкова. Спб., 2009. – Вып. 561. – С. 164–184.
2. Какарека, С.В. Формальдегид в атмосферном воздухе городов // Изв. РАН, Сер. географическая. 2012. – № 4. – С.104–111.
3. Скубневская, Г.И. Загрязнение атмосферы формальдегидом: аналит. обзор / Г.И. Скубневская; Ин-т хим. кинетики и горения. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1994. 69 с.

УДК 630:551.583 (476)

В.В. КОЛЯДА

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: valery_v_kalyada@tut.by

**ОБ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Осознание изменчивости климата и ее возможных последствий для экономики и социальной сферы ставит вопрос о необходимости отслеживания и измерения наблюдаемых изменений климата, т.е. их мониторинга. Эта проблема особенно актуальна в такой климатозависимой отрасли, как сельское хозяйство, где все больше приходят к выводу, что в условиях изменяющегося климата адекватное информационное обеспечение возможно лишь на основе агроклиматического мониторинга (АКМ), предполагающего регулярный перерасчет и оперативное обновление быстро устаревающей справочно-нормативной информации [1].

В этой связи во ВНИИСХМ Росгидромета под руководством О.Д. Сиротенко для территории России и стран СНГ разработана технология АКМ, включающая: регулярно пополняемую базу данных (БД), основу которой составляют временные ряды месячных температур воздуха и сумм атмосферных осадков; процедуры объективного анализа данных; методики расчета агроклиматических показателей, их аномалий, индексов и статистик; средства региональных обобщений данных метеостанций и подготовки выходных материалов. Агроклиматические показатели характеризуют теплообеспеченность, увлажненность и продуктивность территории, причем показатели продуктивности (биоклиматический потенциал и климатически обусловленная урожайность), испарение, испаряемость, а также влагозапасы почв оцениваются при помощи разработанной имитационной системы «Климат – Почва – Урожай». Статистические характеристики показателей (средние, стандартные отклонения, параметры линейных трендов) рассчитываются для периодов: 1951–1975 гг., 1961–1990 гг. и с 1976 по текущий год. Пространственное осреднение агроклиматических показателей проводится по областям, краям, республикам и федеральным округам. Результаты АКМ представляются в виде карт [2].

Данная технология охватывает и Республику Беларусь, но позволяет дать лишь общее представление о динамике агроклиматических ресурсов на ее территории. Использование информации по ограниченному числу метеостанций, заданные рамки осреднения показателей и в целом отстраненность местных специалистов от получаемых оценок затрудняют решение на ее основе всего комплекса вопросов, связанного с агроклиматическим обеспечением. Поэтому весьма актуальной, на наш взгляд, представляется организация в Беларуси автономного АКМ как основы мониторинга на ее территории изменений климата в целом.

Республика Беларусь характеризуется довольно густой и равномерной сетью метеорологических, агрометеорологических и актинометрических наблюдений. Однако агроклиматическое обеспечение сельского хозяйства осуществляется в традиционных формах, адекватных скорее неизменному, стационарному климату. Оно в основном сводится к составлению справочников, в которых обобщаются многолетние данные наблюдений за агроклиматическими ресурсами по показателям тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода, условиям перезимовки сельскохозяйственных культур, неблагоприятным агроклиматическим явлениям, радиационному режиму, а также условиям произрастания основных сельскохозяйственных культур. Эти показатели обобщаются в справочнике в виде средних и экстремальных (с указанием года) значений, а также вероятностных характеристик в табличной форме в разрезе метеостанций [3]. Последний такой справочник охватывает данные наблюдений за 1986–2005 гг., но уже сейчас неясно, насколько они современны.

При организации АКМ наиболее удобным методом накопления, обработки и представления данных является автоматизированная информационно-справочная система, позволяющая обеспечить потребителей разнообразными оценками. Она должна включать два основных блока – нормативную БД, отражающую актуальное состояние агроклиматических ресурсов, и технологию АКМ, с помощью которой отслеживается изменение их показателей, и при необходимости с использованием статистических критериев происходит обновление оценок нормативной БД [1].

При организации АКМ перечень показателей, представленных в справочниках, в основном должен быть сохранен. Однако целесообразно включение комплексных показателей, таких как ГТК Селянинова, индекс сухости Будыко, биоклиматический потенциал (БКП) и др. Особого комментария заслуживает БКП, который порой рассматривают в качестве комплексного показателя агроклиматических ресурсов в целом, выраженного в единицах продуктивности культур. Существуют различные концепции БКП. В имитационной системе «Климат – Почва – Урожай» он рассматривается как общая характеристика вегетационного периода, выраженная в единицах синтезируемой в агроэкосистеме надземной биомассы, аналогом которой может служить накопленная биомасса многоукосных трав [2]. В трактовке Д.И. Шашко БКП – комплексный показатель условий тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода в баллах, которые могут быть пересчитаны в ц/га. Он нашел применение при оценке земель Беларуси, где рассчитывается по специальной шкале [2].

В систему показателей АКМ должны быть включены индикаторы климатообусловленной динамики агроценозов, полученные на основе анализа статистических данных. Варианты таких индикаторов, прежде всего колебания урожаев зерновых культур, широко известны и сохраняют свое значение при оценке агроклиматических условий развитых европейских стран [5]. В последнее время для мониторинга климатообусловленной продуктивности сельского хозяйства широко используется сопряженный анализ статистических и климатических данных, который рассматривается в качестве альтернативы таким доро-

гостоящим информационным продуктам, как динамические модели агроэкосистем, которые имеются на вооружении лишь в крупнейших научных центрах [4]

Очевидно, следует пересмотреть и существующие периоды осреднения данных, в которых должны быть учтены временная структура изменений климата на территории Беларуси, обеспеченность данными наблюдений, требования ВМО по стандартизации периодов. Значительные проблемы существуют при региональном осреднении данных, особенно на уровне административных районов. Фундаментальной причиной, препятствующей организации АКМ и в целом исследованиям в области теоретической и прикладной климатологии в Беларуси, является отсутствие специализированного научного центра и стабильного финансирования работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О проблеме адекватного агроклиматического обеспечения экономики Российской Федерации в условиях изменения климата / Е.К. Зоидзе [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 3. – С. 73–86.

2. Методический кабинет Гидрометцентра России [Электронный ресурс] / Методика оценки агроклиматических условий для мониторинга изменений современного климата на территории РФ. 2013. – Режим доступа : <http://hmc.hydromet.ru/methods>. – Дата доступа : 24.05.2013.

3. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила составления справочника по агроклиматическим ресурсам: ТКП 17-10-36-2011(02120). – Минск : Минприроды РБ, 2011. – 70 с.

4. Lobell, D.B. Global scale climate – crop yield relationships and the impacts of recent warming / D.B. Lobell, C.B. Field // Environ. Res. Lett. – 2007. – Vol. 2. – P. 1–7.

5. Survey of agrometeorological practices and applications in Europe regarding climate change impacts. Ed. P. Nejedlik and S. Orlandini (2008) [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.cost734.eu/reports-and-presenttions/>.pdf.

УДК 504.3.054

А.С. КОРОЛЁВА, Е.А. КОРОЛЁВА

Беларусь, г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: alina00794@mail.ru

ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИЙ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ВОЗДУХЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Город Гомель – крупный промышленный центр, который производит огромное количество загрязняющих атмосферу веществ. В целом качество атмосферного воздуха в большинстве контролируемых районов города, в том числе и в 2012 г., оценивалось как стабильно хорошее. Однако превышения нормативов максимально-разовых концентраций регистрировались в единичных пробах формальдегида (9 образцов). Причины – превышения гигиенических нормативов качества, в основном метеорологических условий.

Средняя за 2012 г. концентрация твёрдых частиц уменьшилась по сравнению с 2011 г. (0,3 ПДК) и составила 0,2 ПДК. Что касается концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе, то средние значения за 2012 год, как и в предыдущие годы, не превысили 0,2 ПДК. Наблюдается некоторое снижение содержания в воздухе города формальдегида. Средняя годовая концентрация за 2012 г. составила 0,6 ПДК (в 2011 г. – 0,9 ПДК). В июле и августе 2012 г. средние значения вещества на пунктах наблюдений достигали значений ПДК. На протяжении года средние концентрации диоксида азота в воздухе города находились в пределах 0,1–0,3 ПДК, то есть в целом величина концентрации загрязнения отличается стабильностью. Уровень загрязнения воздуха фенолом также отличался стабильностью.

Динамика концентраций основных загрязнителей за период 2008–2012 г. представлена на рисунке.

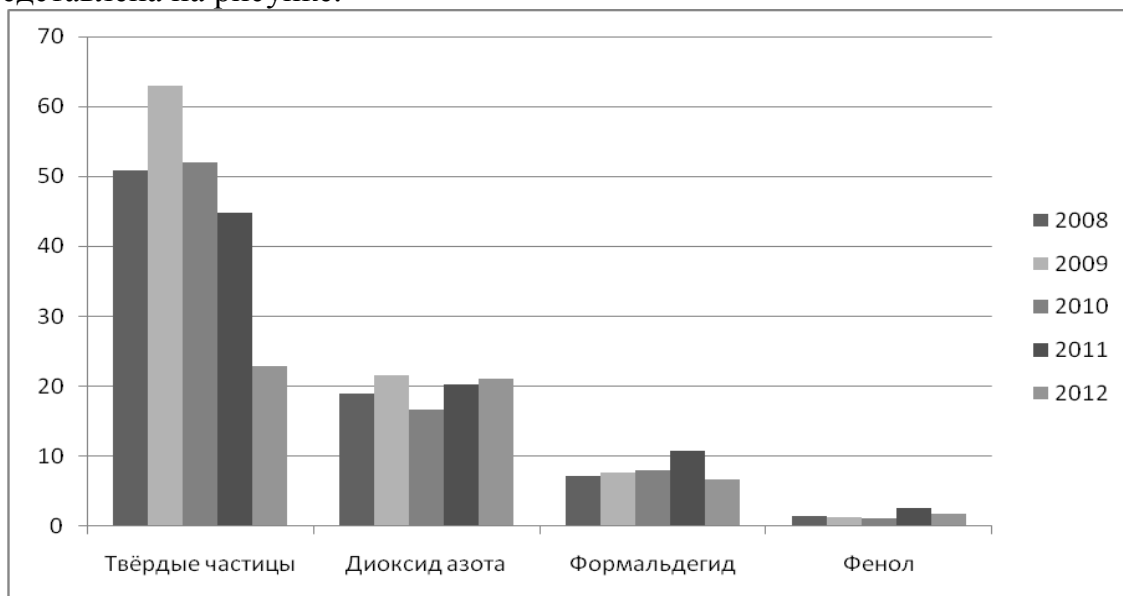


Рисунок – Динамика концентрации основных загрязнителей в воздухе г. Гомеля за 2008–2012 годы, мкг/м³

Таким образом, динамика концентраций основных загрязнителей в атмосфере г. Гомеля характеризуется значительным уменьшением концентрации твёрдых частиц (в 2,8 раза по сравнению с 2009 г.) – 22,9 мкг/м³ в 2,12 г. Концентрации фторида водорода по сравнению с 2009 г. уменьшилась в 20 раз и в 2012 г. составила 0,1 мкг/м³. До незначительных величин снизилась также концентрация ксилола, толуола, этилацетата и бутилацетата.

Для некоторых загрязнителей отмечена тенденция к некоторому увеличению их концентрации в воздухе г. Гомеля – оксид азота и аммиак.

Значения концентраций других основных загрязнителей колебались по годам, оставаясь в среднем примерно на одном уровне – концентрация диоксида азота в среднем за период 2008–2012 гг. составила 19,7 мкг/м³, формальдегида – 8,0, оксида углерода – 450,5, фенола – 1,6, бензола – 2,2.

УДК 504.3.054

О.Ю. КРУКОВСКАЯ

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: o-krukowskaya@tut.by

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ДИОКСИДА АЗОТА
В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В БЕЛАРУСИ**

Повышенное содержание соединений азота и кислорода, в частности диоксида азота, в атмосферном воздухе оказывает негативное воздействие на здоровье человека, состояние экосистем и техногенных объектов. Основным источником поступления оксидов азота в атмосферный воздух являются повсеместно распространенные процессы сжигания топлива; оксиды азота образуются также в ходе некоторых технологических процессов. Большая часть оксидов азота выбрасывается в атмосферу в форме оксида азота (NO) и впоследствии, вовлекаясь в химические процессы в атмосфере, окисляется до более токсичного диоксида азота (NO₂). Срок жизни оксидов азота оценивается в пределах 3–7 суток, следовательно, загрязнение воздуха данными веществами формируется локальными источниками и переносом, в том числе трансграничным.

На территории Беларуси содержание диоксида азота определяется на регулярной основе на 54 постах Национальной системы мониторинга окружающей среды, расположенных в 15 городах и на территории Березинского биосферного заповедника [1].

Среднегодовое содержание диоксида азота на территории Березинского биосферного заповедника, которое является фоновым для Беларуси, за период с 1991 по 2010 гг. изменялось в диапазоне 0,4–2,5 мкг/м³. Близкие значения фоновых концентраций характерны для Европейской территории России [2]. Наибольшая концентрация за рассматриваемый период наблюдалась в 1991 г., наименьшая – в 1995 г. Среднее фоновое содержание диоксида азота в атмосферном воздухе в Беларуси составило 1,2 мкг/м³.

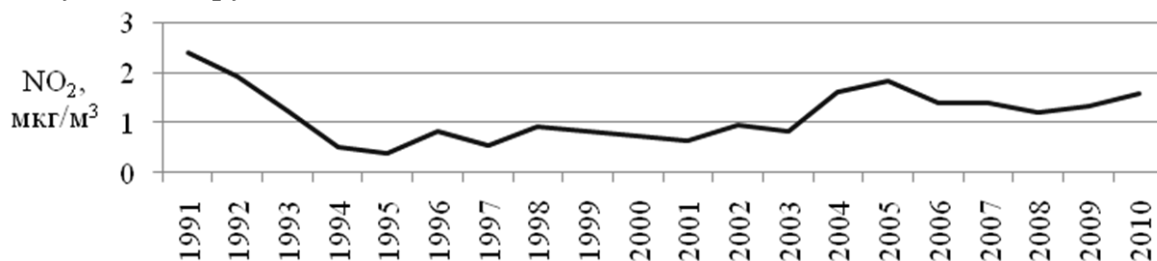


Рисунок 1 – Среднегодовое содержание диоксида азота на территории Березинского биосферного заповедника

В период с 1991 по 1994 г. наблюдалось сокращение содержания диоксида азота в атмосферном воздухе на фоновой территории в Беларуси. В дальнейшем, начиная с 1995 г., присутствует тенденция к увеличению среднегодового содер-

жания диоксида азота на станции мониторинга в Березинском биосферном заповеднике. За 10 лет с 2000 по 2010 г. содержание диоксида азота увеличилось в 2,5 раза.

Среднее содержание диоксида азота в атмосферном воздухе 13 городов Беларуси, в которых ведется регулярное долгосрочное наблюдение, в 1999–2010 г. составило 25,6–32,8 мкг/м³. При этом в период с 1999 по 2010 г., также как и для фоновой территории, наблюдается статистически достоверная ($R^2_{adj} = 0,73$) тенденция к увеличению содержания диоксида азота на 0,49 мкг/м³ в год. Наибольшая среднегодовая концентрация диоксида азота в городах Беларуси наблюдалась в 2008 г (32,4 мкг/м³), наименьшая – в 1999 г.

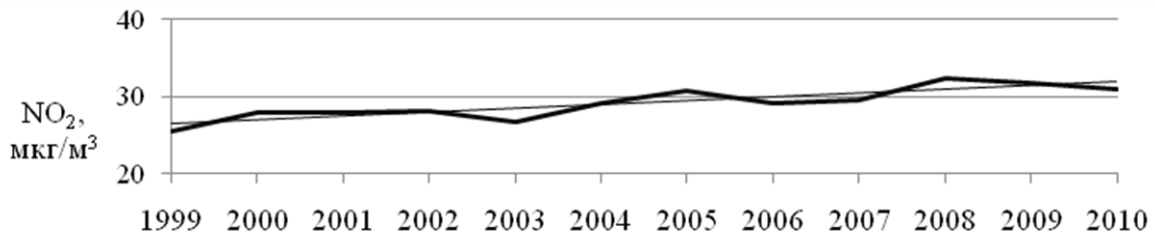


Рисунок 2 – Среднее содержание диоксида азота в городах Беларуси

Среднегодовое содержание диоксида азота в городах Беларуси коррелирует с содержанием данного вещества на фоновой территории. При этом концентрации в городах в 17–45 раз выше, чем на фоновой территории. Кроме того, отмечена статистически достоверная линейная зависимость между уровнем выбросов [3] и среднегодовым содержанием диоксида азота в городах Беларуси. На основании полученной зависимости между выбросами и содержанием диоксида азота можно сделать вывод, что среднегодовое содержание диоксида азота в атмосферном воздухе городов на 76 % объясняется уровнем выбросов. При этом увеличение выбросов на 10 тыс. т приводит к увеличению среднегодовой концентрации на 0,7 мкг/м³. Динамика среднегодовых концентраций в целом также согласуется с динамикой выбросов: увеличение выбросов оксидов азота в 2003–2004 г. привело к увеличению среднегодовой концентрации диоксида азота. Сокращение выбросов в 2010 г. к уровню 2009 г. согласуется с сокращением средней концентрации.

За период с 1999 по 2010 г. наибольшая средняя годовая концентрация характерна для г. Могилева – 61,4 мкг/м³. В остальных городах, где ведутся наблюдения, среднее многолетнее содержание диоксида азота не превосходит 40 мкг/м³.

Содержание диоксида азота в городах Беларуси в среднесрочном периоде характеризуется разнонаправленными тенденциями. Восходящий тренд выбросов характерен для гг. Бреста, Новополоцка, Светлогорска, Витебска, а также г. Речицы за более короткий период наблюдений, слабо выраженный восходящий – для Бобруйска. Нисходящий тренд среднегодового содержания диоксида азота в атмосферном воздухе наблюдается в гг. Гомеле, Минске, Гродно, Могилеве, Орше, Мозыре, Пинске, а также гг. Новогрудке, Жлобине и Солигорске за более короткий период наблюдений.

Рост среднегодовых концентраций диоксида азота в городах Беларуси сопровождается увеличением максимальных концентраций данного загрязняющего вещества. Максимальное содержание диоксида азота в воздухе городов Беларуси за период с 1999 по 2010 гг. составило 1626 мкг/м^3 и было отмечено в г. Минске в 2001 г. При этом различия между соотношениями максимальных и среднегодовых концентраций диоксида азота для городов Беларуси в зависимости от численности населения, отмеченное в [4], выражено слабо.

Таким образом, тенденция к увеличению среднегодового содержания диоксида азота в атмосферном воздухе наблюдается в последние годы как на фоновой территории, так и в среднем для городов. При этом среднегодовое содержание диоксида азота в атмосферном воздухе в городах в Беларуси значительно выше, чем на фоновой территории. Также отмечено, что уровень выбросов более чем на половину обуславливает среднее содержание диоксида азота в воздухе городов Беларуси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2011 / под общ. ред. С.И. Кузьмина, И.В. Комоско. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2012. – 320 с.
2. Обзор фоновое состояние окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2009–2010 гг. / под ред. Ю.А. Израэля. – М. : Росгидромет, 2011. – 128 с.
3. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2010 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2011. – 398 с.
4. Безуглая, Э.Ю. Воздух городов и его изменения / Э.Ю. Безуглая, Т.И. Смирнова. – СПб. : Астерион, 2008. – 254 с.

УДК 551.510.534

А.М. ЛЮДЧИК, В.И. ПОКАТАШКИН

Беларусь, г. Минск, Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ
E-mail: nomrec@bsu.by

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КЛИМАТИЧЕСКОЙ НОРМЫ И ТРЕНДА ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА

Анализ состояния атмосферы основывается на сопоставлении данных наблюдений ее физических параметров с климатической нормой. Прогноз дальнейшего развития событий также базируется на климатической норме. Мониторинг приземного озона ведется в Беларуси с 2004 г., однако его климатическая норма до сих пор не определена.

Предлагаемая методика расчета климатической нормы приземного озона базируется на современной концепции, допускающей явный учет зависимости

нормы от времени, что увеличивает ее прогностические возможности [1]. Экспериментально измеренное в момент времени t значение климатической переменной представляется в виде $y(t) = Y(t) + y'(t)$, где $Y(t)$ – ожидаемое на этот момент значение (климатическая норма), которое в общем случае включает сезонные и суточные вариации, а также климатический (многолетний) тренд, $y'(t)$ – отклонения от нормы (флуктуации или аномалии) наблюдаемых значений.

В простейшем случае модель климатической нормы включает в себя годовую циклическую составляющую $A(t) = A(t + T)$, где T – период, равный длительности года, и многолетний тренд $Tr(t)$, отражающий медленные изменения нормы во времени: $Y(t) = A(t) + Tr(t)$. Циклическую часть обычно представляют в виде разложения в ряд Фурье, содержащий не очень большое количество членов.

Допустима также дальнейшая детализация. В частности, можно интересоваться особенностями многолетнего тренда в зависимости от сезона и даже порядкового дня года. В случае линейной модели тренда функция $Tr(t)$ представляется в виде произведения $Tr(t) = B(t)t$, где $B(t)$ – циклическая часть $B(t) = B(t + T)$, определяющая «сезонную» изменчивость «интенсивности» тренда. Циклическую функцию $B(t)$ также аппроксимируют разложением в ограниченный ряд Фурье. Это снимает проблему неравномерности моментов измерений и пропусков в рядах данных. Допустимы также и более сложные модели зависимости тренда от времени.

Поскольку концентрация приземного озона подвержена не только сезонным, но и суточным изменениям, рационально ввести в функции $A(t)$, $B(t)$ дополнительно циклическую зависимость от времени суток: $A(t + T) = A(t)$, $A(t + H) = A(t)$, $B(t + T) = B(t)$, $B(t + H) = B(t)$, H – длительность суток, и искать эти функции не только в зависимости от сезона, но и, например, для каждого часа суток. Если воспользоваться представлением функций в виде гармонического разложения можно записать для функции $A(t)$:

$$A(t) = \sum_{p=1}^{2M_A+1} \sum_{r=1}^{2N_A+1} a_{j_A(p,r)} \varphi_p(T,t) \varphi_r(H,t), \quad (1)$$

где

$$\varphi_m(X,t) = \begin{cases} \sin \left(\frac{\pi s t}{X} \right) & \text{если индекс } m \text{ четный,} \\ \cos \left(\frac{\pi s t}{X} \right) & \text{если индекс } m \text{ нечетный,} \\ s = \text{целая часть}(m/2). \end{cases}$$

Параметры M_A и N_A определяют длину разложения для сезонно-зависимой и суточно-зависимой составляющих соответственно. Целая функция, определяющая порядковый индекс коэффициента разложения, равна $j_A(p,r) = (2N_A + 1)(p - 1) + r$. Каждому значению j_A однозначно поставлены в соответствие индексы p и r :

$$p = j_A / (2N_A + 1) + 1, \quad r = j_A - (2N_A + 1)(p - 1).$$

В последнем выражении для p подразумевается целая часть дроби.

Разложение (1) можно переписать в виде

$$A(t) = \sum_{j=1}^{Q_A} a_j f_j(t), \quad (2)$$

где $f_j(t) = \varphi_{p(j)}(T, t) \varphi_{r(j)}(H, t)$, и значения индексов p и r определены приведенными выше формулами. Полная длина получающегося ряда, очевидно, равна $Q_A = (2M_A + 1)(2N_A + 1)$. Конкретные значения параметров разложений выбираются на основе эвристических соображений или предварительного анализа результатов измерений. В любом случае статистическую значимость отдельных коэффициентов разложения можно всегда оценить по окончании расчетов.

Методика расчета климатической нормы приземного озона базируется на модели линейно зависящего от времени тренда: $Y(t) = A(t) + B(t)t$, где функции $A(t)$ и $B(t)$ представлены выражением (2) с $N_A = M_A = N_B = M_B = 2$. Коэффициенты разложения функций находятся посредством минимизации суммы квадратов отклонений модели нормы от наблюдаемых значений концентрации приземного озона: $F = \sum_t (y(t) - Y(t))^2$. Полное число подлежащих определению коэффициентов равно $Q = Q_A + Q_B = 50$. Объединим матрицы-столбцы \mathbf{a} и \mathbf{b} коэффициентов разложения обеих функций $A(t)$ и $B(t)$ соответственно в единую матрицу-столбец \mathbf{c} : $\mathbf{c} = \begin{pmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{b} \end{pmatrix}$. Тогда условие минимума сводится к системе линейных алгебраических уравнений $\mathbf{D}\mathbf{c} = \mathbf{V}$, где симметричная матрица \mathbf{D} имеет блочную структуру: $\mathbf{D} = \begin{pmatrix} \mathbf{AA} & \mathbf{AB} \\ \mathbf{BA} & \mathbf{BB} \end{pmatrix}$, а отдельные матричные элементы блоков рассчитываются по формулам:

$$(\mathbf{AA})_{ij} = \sum_t f_i(t) f_j(t), \quad i, j = 1, 2, \dots, Q_A,$$

$$(\mathbf{BB})_{ij} = \sum_t t^2 f_i(t) f_j(t), \quad i, j = 1, 2, \dots, Q_B,$$

$$(\mathbf{AB})_{ij} = (\mathbf{BA})_{ji} = \sum_t t f_i(t) f_j(t), \quad i = 1, 2, \dots, Q_A, \quad j = 1, 2, \dots, Q_B.$$

Вектор-столбец правой части системы – $\mathbf{V} = \begin{pmatrix} \mathbf{V}_A \\ \mathbf{V}_B \end{pmatrix}$ имеет составляющие

$$V_{Ai} = \sum_t f_i(t) y(t), \quad i = 1, 2, \dots, Q_A,$$

$$V_{Bi} = \sum_t t f_i(t) y(t), \quad i = 1, 2, \dots, Q_B.$$

Разработанная методика использована для расчета климатической нормы приземного озона для г. Минска. Исходными данными являются результаты полученных измерений на станции Национального научно-исследовательского центра мониторинга озоносферы за период 2004–2013 гг., результаты круглосуточных измерений с 10-минутным интервалом на 4 пунктах Департамента по гидрометеорологии в 2011–2013 гг. и дополнительные (вспомогательные) данные измерений литовской станции Преяла, показывающие в течение 2004–

2013 гг. близкие среднемесячные значения концентрации приземного озона. Установлено также, что концентрация приземного озона в Минске постепенно снижается в течение всего периода наблюдений со скоростью около 1 ppbv в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Людчик, А.М. Климатическая норма и многолетний тренд общего содержания озона над территорией Беларуси / А.М. Людчик, В.И. Покаташкин // Доклады НАН Беларуси. – 2012. – Т. 56. – № 3. – С. 104–110.

УДК 551.583

В.С. МИКУЦКИЙ

Беларусь, г. Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: mvs@ecology.basnet.by

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ (ТЕМПЕРАТУРА, ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ)

Важным математическим аппаратом выявления и исследования периодичностей метеоэлементов является гармонический и спектральный анализ Фурье. В данной работе аппарат Фурье-анализа используется для исследования динамики амплитуд суточного хода температуры и прогноза числа дней с элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ) по классификации Б.Л. Дзерdzeевского.

Стандартно амплитуда суточного хода температуры находится как разность максимальной и минимальной суточных температур, определяемых по максимальному и минимальному термометрам. Поскольку указанные температуры измеряются с точностью до 0,1 °С, то с учётом увеличения вдвое суммарной ошибки точность измерений амплитуды за каждые сутки составляет 0,2 °С. С учётом этого для определения суточных амплитуд температуры представляется целесообразным в качестве альтернативы использование аппарата анализа Фурье. В [1; 2] был предложен вариант такого использования, предусматривающий рассмотрение набора восьми срочных значений температуры за конкретные сутки в качестве реализации случайного процесса с последующим погодичным анализом ансамбля таких реализаций в течение определённого сезона. В данной работе ансамблевый метод не используется и анализу Фурье подвергается весь ряд срочных наблюдений за выбранный сезон текущего года.

В [1; 2] отмечалось, что амплитуда суточного хода температуры является тонким индикатором изменений климата. Внешние факторы изменения климата, оказывающие влияние на амплитуду, в наибольшей степени проявляют себя в тёплое время года. Ключевую роль здесь играют степень аэрозольного загрязнения атмосферы вследствие естественного (в первую очередь – вулканического) и антропогенного факторов, а также величина облачности. Физическая подохла

воздействия этих факторов раскрыта в цитированных работах. С учётом того, что важным также является анализ проявления указанных факторов в крупных городах и сельской местности, в качестве исходных данных рассматривались срочные значения температуры за летние сезоны 1966–2011 гг. для близко расположенных Минска и Марьиной Горки (рисунок 1).

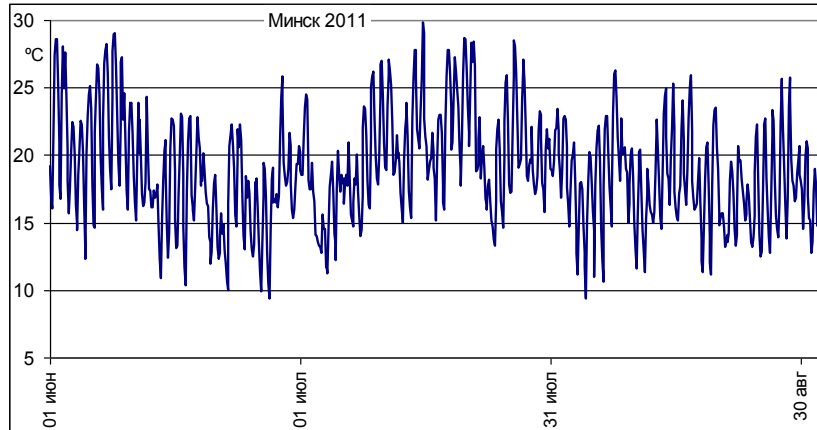


Рисунок 1 – Сезонный ход срочной температуры (Минск, лето 2011 г.)

Очевидно, максимальную мощность имеет суточная гармоника (период, равный 8 отсчётам), выделяется также хорошо заметная полуторамесячная гармоника (рисунок 1 и 2).

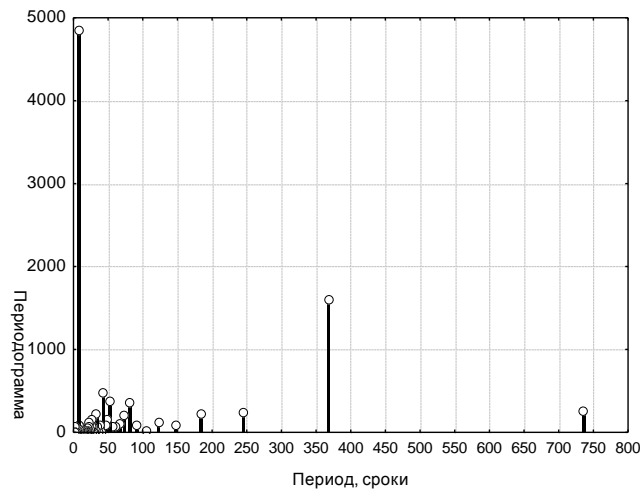


Рисунок 2 – Периодограмма температуры (Минск, лето 2011 г.)

Результаты погодного расчёта летних суточных амплитуд приведены на рисунке 3. Отмечается известное снижение амплитуды в городе по сравнению с сельской местностью. Важным является наличие скачкообразного повышения значений амплитуд на границе 80–90-х годов прошлого столетия. При этом также уменьшилась абсолютная величина трендов амплитуд (k) за последовательные периоды 1966–1987 и 1988–2011 гг.

По заключению академика В.Ф. Логинова наличие группы ЭЦМ типов 12(a + бз + вз) и 13з по классификации Б.Л. Дзержевского в значительной степени отвечает за возникновение сильных снегопадов на территории Беларуси (2013, неопубликованная работа). Спектральный анализ ряда погодичного числа

дней данной группы ЭЦМ за холодный период 1949–2012 гг. установил, что вклад первых двух гармоник в дисперсию ряда составляет 47 %. Экстраполирование этих гармоник (рисунок 4) показало, что можно ожидать увеличения снегопадов после 2015 г.

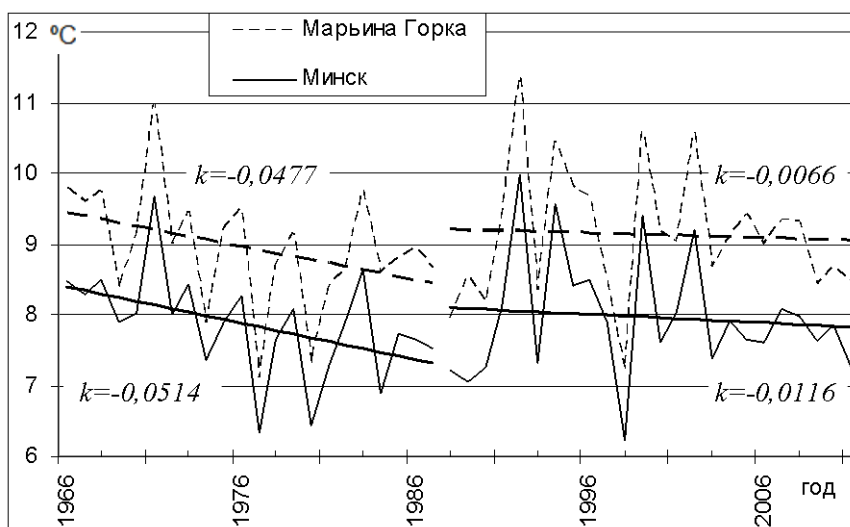


Рисунок 3 – Ход летних суточных амплитуд (Марьяна Горка, Минск)

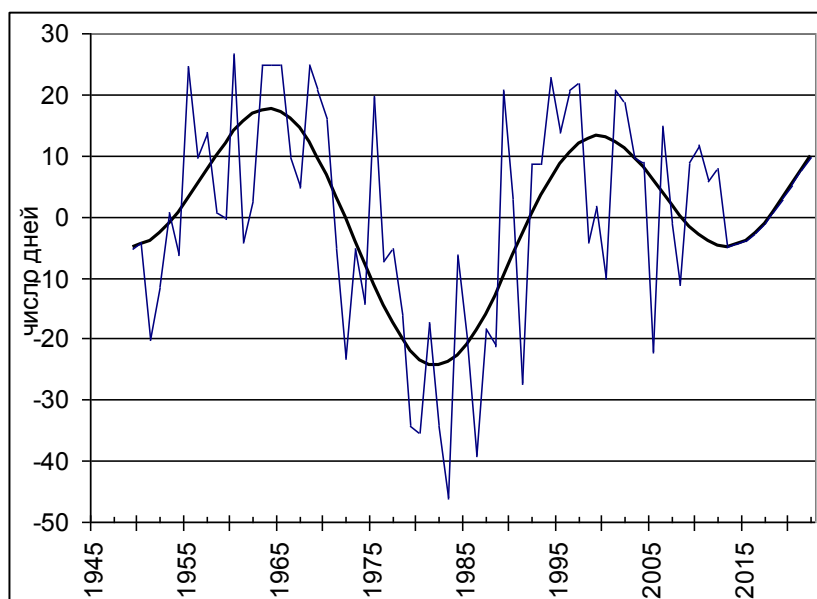


Рисунок 4 – Ход числа дней с ЭЦМ типов 12(а + бз + вз) и 13з, октябрь - апрель (линейный тренд удалён)

Более тонкий анализ будет включать также использование взвешивающих окон для сглаживания различий значений в начале и в конце ряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменения климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т пробл. использования природн. ресурсов и экологии; под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2003. – 330 с.

УДК 551.579 (261.24)

С.Е. НАВРОЦКАЯ, Ж.И. СТОИТ
Россия, г. Калининград, АО ИО РАН
E-mail: navsvet@gmail.com

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА У ПОБЕРЕЖЬЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 1975–2010 ГГ.

Для Калининградской области, единственной территории России в юго-восточной части Балтики (рисунок), как и для всех соседних прибрежных стран, актуальными являются проблемы адаптации к происходящим изменениям климата, усилившимся в конце XX века. Цель настоящей работы – определить тенденции и темпы изменений гидрометеорологических параметров в Калининградском регионе за последние 30–35 лет, их периодичность и взаимосвязь по наблюдениям за период 1975–2010 гг.: метеоданные в Калининграде (аэропорт Девау) – метеостанция 26702 (УМКК), широта $54^{\circ}42' N$; долгота $20^{\circ}37' E$; высота над уровнем моря 21 м, наблюдения за уровнем воды на гидропосту Калининград (Рыбачий) в устье р. Преголи, впадающей в Калининградский залив (российская часть Вислинского залива) [1; 2]. Межгодовая динамика изменений гидрометеорологических элементов анализировалась с помощью метода линейной регрессии (таблица).

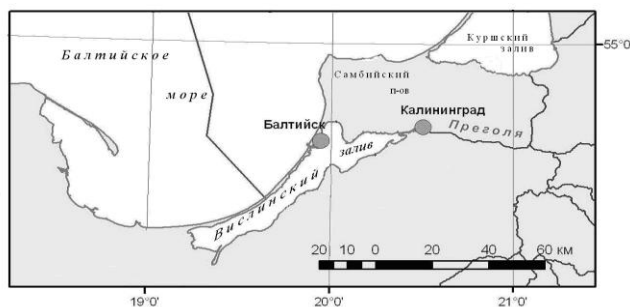


Рисунок – Карта региона

Температура воздуха (среднегодовая, максимальная и минимальная) в целом за период 1975–2010 гг. характеризуется положительными линейными трендами $0,01$ – $0,05$ °C/год и увеличением на $0,4$ – $1,8$ °C соответственно. В ходе среднегодовой температуры воздуха проявляются значительные межгодовые колебания: абсолютный минимум в 1987 г. ($-5,6$ °C, снижение на 22,7 % от нормы) и абсолютный максимум ($9,3$ °C, повышение на 29 % от нормы) в 1990 и 2000 гг.

Температура поверхности воды в Калининградском заливе за рассматриваемый период в соответствии с положительным линейным трендом

0,04 °С·год⁻¹ увеличилась на 1,4 °С. Этот рост в 3–4 раза превышает рост средней глобальной ТПО в океане за последние десятилетия (0,01 °С·год⁻¹), но вполне совпадает с темпами роста у литовского побережья в 1977–2002 гг. в пунктах Нида (0,05 °С·год⁻¹ в Куршском заливе и 0,03 °С·год⁻¹ в море) и Клайпеда (0,04 °С·год⁻¹ в море).

Таблица – Линейные тренды и приращения (в соответствии с трендом) средних годовых и экстремальных значений гидрометеопараметров в Калининграде с 1975 по 2010 гг. (R^2 – коэффициент, определяющий линейную регрессию)

Годы	Элемент	Характеристика	Приращение за период	Годовой тренд	R^2
1975–2010	Температура воздуха, °С	средняя	1,4	0,04	0,16
		максимальная	1,8	0,05	0,25
		минимальная	0,4	0,01	0,02
	Температура воды, °С	средняя	1,4	0,04	0,40
	Осадки, мм		94	2,6	0,03
	Уровень, см БС	средний	15	0,42	0,31
максимальный минимальный		–4 17	–0,10 0,47	0,00 0,12	
Скорость ветра, м·с ⁻¹	средняя	0,4	0,01	0,08	
	максимальная	5,0	0,14	0,08	
1981–2010	Атм. давление, гПа	среднее	–0,4	–0,01	0,01
	Кол-во дней со скоростью ветра ≥ 10 м·с ⁻¹	N	21	0,7	0,06

Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, близко к нормальному. Изменение среднегодовых величин в целом за весь период характеризуется ничтожно малым отрицательным линейным трендом (–0,014 гПа·год⁻¹).

В межгодовом ходе сумм осадков прослеживается положительный линейный тренд (2,6 мм·год⁻¹), определивший увеличение к концу периода почти на 94 мм. Максимальный рост осадков происходит в летний сезон, что связано с возрастанием интенсивности и частоты выпадения ливневых дождей – наиболее вероятной причины катастрофических изменений в береговой зоне, подтопления отдельных участков, повреждения посевов.

Ветер является одним из важнейших метеорологических элементов, определяющим сгонно-нагонный режим уровня в устье р. Преголи: при преобладающих ветрах западных румбов наблюдаются высокие уровни, при восточных – низкие. Подпор уровня при западных ветрах может оказаться опасным и даже катастрофическим для города Калининграда. Межгодовые колебания средней скорости ветра в 1975–2010 гг. характеризовались положительным линейным трендом 0,01 м·с⁻¹/год. Но наибольшее влияние на разрушительные процессы в прибрежных районах оказывают сильные ветра (скорость ≥ 10 м·с⁻¹). В целом за период тенденция изменения максимальной скорости была положитель-

ной ($+0,14 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}/\text{год}$), при этом количество дней с сильными ветрами (N) также увеличилось за 1981–2010 гг. на 21 день ($0,7 \text{ дн}/\text{год}$).

Уровень залива демонстрирует поступательный характер с чередующимися периодами подъема и спада. Расчет трендов для средних, максимальных и минимальных уровней показал, что ход среднего и минимального уровней характеризуется положительной тенденцией (тренды $4,2$ и $4,7 \text{ мм}/\text{год}$), а максимального – небольшой отрицательной (тренд $-1,0 \text{ мм}/\text{год}$). Значительный рост минимальных и средних уровней является, по-видимому, следствием усиления влияния таких режимобразующих факторов, как осадки и речной сток.

Выводы. В течение рассматриваемого периода (1975–2010 гг.) изменения гидрометеорологических условий в Калининградском заливе имеют в основном положительную динамику: рост температуры воздуха и воды за период составил $1,4 \text{ }^\circ\text{C}$, осадков – 94 мм , средней скорости ветра – $0,4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, максимальной скорости ветра – $5,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, среднего уровня воды – 15 см . Изменения гидрометеорологических условий в Калининградской области и интенсификация этих изменений в последние годы показывают необходимость учитывать выявленные тенденции, чтобы последствия не оказались катастрофическими и необратимыми для побережья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экстремальные значения уровня у побережья и в устьях рек Балтийского моря. – Л. : Гидрометеоздат, 1982. – 70 с.
2. Атлас «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана» / Балтийское море. [Электронный ресурс]. – Обнинск, 2007. Режим доступа: <http://data.oceaninfo.ru/atlas/Balt/5-1.htm>.

УДК 543.422

В.И. ПОКАТАШКИН, В.С. ДЕМИН

Беларусь, г. Минск, Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы Белгосуниверситета
E-mail: nomrec@bsu.by

**МОНИТОРИНГ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРОВОГО
ТРАССОВОГО ОЗОНОМЕТРА**

В Национальной системе мониторинга окружающей среды одним из важнейших направлений является контроль качества атмосферного воздуха. Концентрация приземного озона является своеобразным индикатором естественных процессов, происходящих в атмосфере, и процессов, связанных со структурой и количеством поступающих в атмосферу антропогенных загрязнителей. Среди оптических анализаторов озона выделяется небольшая группа трассовых измерителей концентрации приземного озона. Особенностью и преимуществом таких приборов является неконтактный способ измерения, а результат представляет собой концентрацию озона как величину, усредненную по трассе зондирования.

С 2004 г. на Минской озонометрической станции № 354 эксплуатируется оптический трассовый измеритель O_3 ТрИО-1 [1]. Оцененная при аттестации погрешность измерения концентрации озона составляет $\pm 1,45$ ppb. Аналогичный измеритель в течение 8 лет работал в Березинском биосферном заповеднике на Станции комплексного фоновоего мониторинга. Сложность оптической схемы, использование дорогостоящих узлов (двойной монохроматор МДР-6) и ряд других недостатков определили низкую конкурентоспособность ТрИО-1. Упрощение оптической схемы с исключением двойного монохроматора позволило при сохранении методики, заложенной в основу работы прибора, создать озонометр ТрИО-2Ф, по характеристикам превосходящий ТрИО-1.

Принцип измерения озона основан на анализе результатов зондирования трассы оптическим излучением как минимум на двух длинах волн, хотя бы одна из которых попадает в полосу поглощения озона (полосу Хартли). В ТрИО-2Ф измеряется интенсивность зондирующего излучения на трех длинах волн ($\lambda_1=266$ нм, $\lambda_2=287$ нм, $\lambda_3=296$ нм), а результат представляет собой величину, среднюю между тремя измерениями на трех парах длин волн. Основное выражение, используемое при вычислении концентрации озона на трассе зондирования, имеет вид [1]:

$$n = (D - \tau_{\text{мол}} - \tau_{\text{аэп}}) / \Delta\sigma, \quad (1)$$

где n – концентрация озона; $D = \ln(S_{l\lambda_1}/S_{0\lambda_1}) - (S_{l\lambda_2}/S_{0\lambda_2})$ – разность оптических толщин «рабочей» и «опорной» трасс для длин волн λ_1 и λ_2 ; $\tau_{\text{мол}} = l(\beta_{\lambda_1} - \beta_{\lambda_2}) = l\Delta\beta$, $\tau_{\text{аэп}} = l(\gamma_{\lambda_1} - \gamma_{\lambda_2}) = l\Delta\gamma$ – разности оптических толщин объемного молекулярного и аэрозольного рассеяния для λ_1 и λ_2 ; $\Delta\sigma$ – разность сечений поглощения озона для λ_1 и λ_2 ; l – длина трассы зондирования; S – интенсивность сигнала на

рабочей (I) и опорной (O) трассах для λ_1 и λ_2 . В [2] теоретически обосновывается и развивается математический формализм многоволновой методики, минимизирующей влияние различных источников ошибок на результаты измерений.

Важнейшей особенностью ТрИО-2Ф является применение вместо монохроматора МДР-6 в качестве селективных элементов наборов интерференционных светофильтров, как основных узкополосных, так и дополнительных отсекающих. Длинноволновые вторичные полосы пропускания всех используемых фильтров отсекаются за счет применения «солнечно-слепого» ФЭУ-142. При небольшом уровне регистрируемых сигналов необходимая степень градаций оцифровки обеспечивается 24-разрядным АЦП. На рисунке 1 показаны: кривая чувствительности ФЭУ-142 (1), форма, интенсивность и соотношения (кривые 2–4) сигналов, регистрируемых на выбранных длинах волн с учетом пропускания интерференционных фильтров, чувствительности ФЭУ и распределения интенсивности в спектре зондирующего излучения. Полуширина линий ≈ 3 нм.

Важнейшей характеристикой средства измерения является абсолютная погрешность измеряемой величины, которая для нашего случая определяется дифференцированием формулы (1). Вклад систематических ошибок незначителен, и погрешность связана в основном с ошибками регистрации интенсивностей оптических сигналов. Оценочно максимальная погрешность для ТрИО-2Ф не превышает ± 4 ppb ($\delta n \leq 1,08 \times 10^{11} \text{ см}^{-3}$). На рисунке 2 показан ход концентрации приземного озона, полученный на ТрИО-2Ф (кривая 1) и на контрольном сертифицированном анализаторе озона ТЕИ-49С (кривая 2). Ход обеих кривых практически одинаков. Максимальная разница в результатах достигает $4 \div 5$ ppb. Это объясняется не только различными условиями измерений, но и тем, что ТрИО-2Ф дает результат соответствующий среднему значению концентрации по трассе, а ТЕИ-49С концентрацию в одной точке пространства.

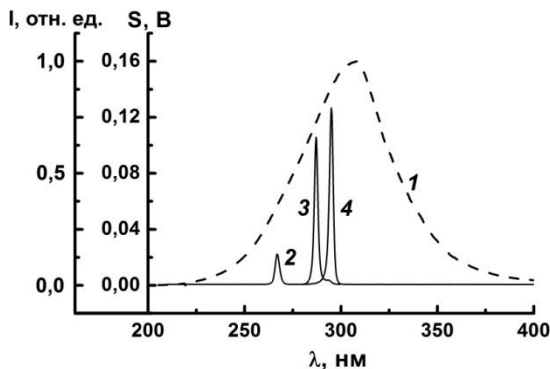


Рисунок 1 – Основные характеристики приемно-регистрирующего тракта

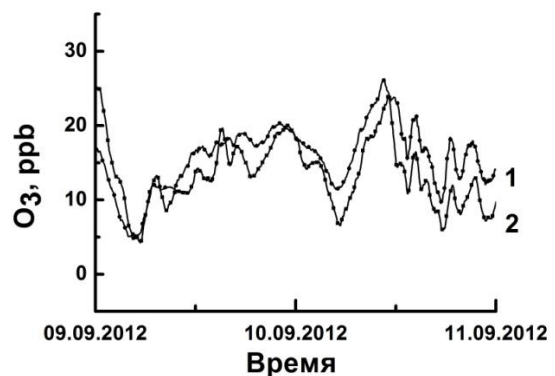


Рисунок 2 – Результаты измерения концентрации приземного озона

Сравнительно малая стоимость, небольшие габариты и вес, простота первичной юстировки и эксплуатации позволяют широко использовать измеритель ТрИО-2Ф для мониторинга концентрации приземного озона на пунктах наблюдения за качеством атмосферного воздуха.

1. Измерение концентрации приземного озона методом абсорбционной УФ спектроскопии / Л.М. Болотько [и др.] // ЖПС. – 2005. – Т. 72, № 6. – С. 832–836.
2. Многоволновая методика определения концентрации приземного озона оптическим трассовым измерителем / Л.М. Болотько [и др.] // ЖПС. – 2008. – Т. 75, № 2. – С. 256–261.

УДК 551.311.3

В.А. ЧЕЧКО, В.Ю. ТОПЧАЯ

Россия, г. Калининград, Атлантическое отделение института океанологии имени П.П. Ширшова РАН
E-mail: che-chko@mail.ru

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА НЕРАСТВОРИМЫХ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ, ПОСТУПАЮЩИХ С ОСАДКАМИ В БЕРЕГОВУЮ ЗОНУ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ

Нерастворимые частицы аэрозоля являются в основном ядрами конденсации и оседают на поверхность земной коры под воздействием различных факторов, в том числе вымываются из атмосферы дождями и снегом. При этом на сушу или воду поступают взвешенные в воздухе частицы различного генезиса. За зимние месяцы в снежном покрове накапливается значительное количество атмосферных выпадений, которые из-за низкой температуры сохраняются практически без изменений.

Выпадающие с осадками нерастворимые аэрозольные частицы являются источниками не только осадочного материала, но и загрязняющих веществ, например тяжелых металлов. Они оказывают особое влияние на состояние экосистемы Вислинского и Куршского заливов [1; 3], которые расположены в юго-восточной Балтике, т.е. на пути трансграничного переноса загрязнений воздушным путем из промышленных центров Европы на восток.

Становится очевидным, что дождевая вода и снежный покров являются важным и необходимым объектом исследований при оценке влияния аэрозольного материала на прибрежно-морскую среду и морское осадкообразование.

В работе представлены результаты исследований нерастворимых частиц аэрозоля в дождевой воде и в снежном покрове, которые выполнялись в период с 2005 по 2013 гг. Исследования охватывали российский сектор береговой зоны юго-восточной Балтики, включая Вислинский и Куршский заливы (рисунок 1). Всего было собрано и обработано более 70 проб снега и более 150 проб дождевой воды.

Сбор дождевой воды производился с помощью оригинальной мобильной установки. После требуемой экспозиции собранная дождевая вода из накопи-

тельной емкости сливалась в стеклянные бутылки и доставлялась в лабораторию, где производилась ее фильтрация и дальнейшее изучение.

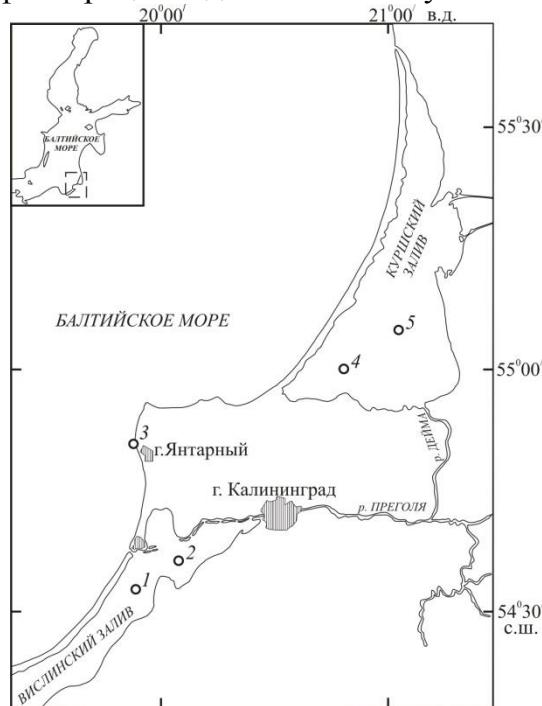


Рисунок 1 – Схема расположения станций отбора проб дождя и снега

Сбор и изучение нерастворимого аэрозоля, накапливающегося в снеговом покрове, производились по методикам, принятым в практике изучения аэрозолей Арктики [2]. Отбор проб снега производился в конце зимы с поверхности льда Вислинского и Куршского заливов, а также с берегового ледового припая с площади $S = 1 \text{ м}^2$. В камеральных условиях пробы снега растапливались при комнатной температуре. Далее полученная талая вода фильтровалась через мембранные ядерные фильтры с диаметром пор $0,45 \text{ мкм}$, ацетат целлюлозные и стекловолоконные фильтры GF/F.

Результаты исследований представлены на рисунке 2. Как следует из графика, основное количество аэрозольного материала в береговую зону юго-восточной Балтики поступает в результате его вымывания дождем из атмосферы. Величина потоков нерастворимых аэрозольных частиц, вымываемых дождем из атмосферы, колеблется в диапазоне $20\text{--}50 \text{ мг/м}^2/\text{сутки}$. Максимальные величины ($50 \text{ мг/м}^2/\text{сутки}$) были зафиксированы летом 2010 г. Это объясняется, возможно, тем, что лето 2010 г. было самым жарким в восточной Европе за последние 50 лет, в результате чего создались благоприятные условия для образования атмосферной пыли.

В зимний период межгодовые величины вертикальных потоков характеризуются большей стабильностью. Их значения относительно невелики (в несколько раз меньше вертикальных потоков аэрозольного материала, вымываемого дождем) и не выходят за пределы $3\text{--}13 \text{ мг/м}^2/\text{сутки}$.

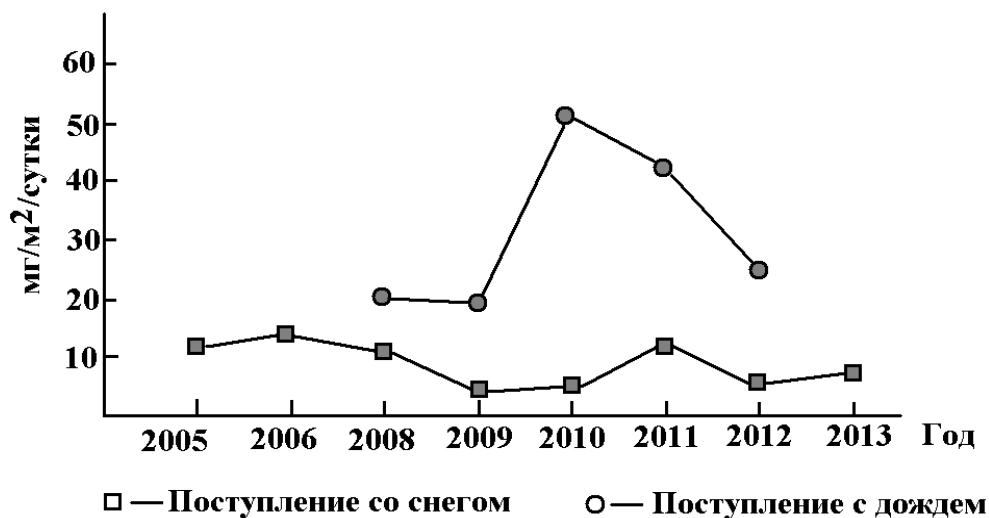


Рисунок 2 – Многолетняя динамика нерастворимых атмосферных аэрозольных частиц, поступающих с осадками в береговую зону юго-восточной части Балтийского моря

Интересными являются результаты, полученные зимой 2011 г., когда в снежный покров поступило 13 мг/м²/сутки аэрозольного материала, что значительно выше данных, полученных в предыдущий и последующие годы. Поступление такого большого количества атмосферного материала объясняется, на наш взгляд, также последствием жаркого лета 2010 года.

Полученные значения вертикальных потоков аэрозольного вещества в несколько раз выше значений для снежного покрова Арктики, которые составляют в среднем 0,39 мг/м²/сутки [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горинова, Г.В. Биогеохимическая индикация аэрозольного загрязнения окружающей среды в странах Балтийского региона // Тез. докл. XXVIII науч. конф. КГУ. Калининград, 1997. – Ч. 1. – С. 24–25.
2. Шевченко, В.П. Влияние аэрозолей на среду и морское осадконакопление в Арктике / В.П. Шевченко. – М. : Наука, 2006.
3. Юденкова, Н.М. Загрязнение Балтийского моря тяжелыми металлами // Тез. докл. Межд. науч. конф. КГТУ. – Калининград. 1999. – С. 98.

Научное издание

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сборник материалов

В двух частях

Часть 1

Дизайн обложки А.А. Секержицкой

Подписано в печать 19.09.2013. формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Ризография. Усл. печ. л. 11,39. Уч.-изд. л. 15,87.

Тираж 100 экз. Заказ № 281.

Издатель и полиграфическое исполнение

Учреждение образования

«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина».

ЛИ № 02330/277 от 08.04.2009.

224016, Брест, ул. Мицкевича, 28.